

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10322408 A**

(43) Date of publication of application: **04 . 12 . 98**

(51) Int. Cl

**H04L 27/22**

**H03M 13/12**

**H04B 7/24**

**H04J 3/00**

(21) Application number: **09144289**

(22) Date of filing: **02 . 06 . 97**

(30) Priority: **19 . 03 . 97 JP 09 67062**

(71) Applicant: **SONY CORP**

(72) Inventor: **SAKOTA KAZUYUKI  
SUZUKI MITSUHIRO**

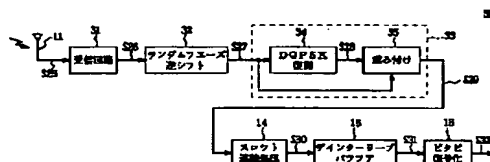
**(54) RECEIVER AND SIGNAL RECEPTION METHOD**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To allow the receiver to restore data received through highly accurate maximum likelihood series estimate with further more precision.

**SOLUTION:** A receiver 30 is provided with reception means 31, 32 that receive a transmission signal and provide an output of a reception signal S27, a weight means 35 that calculates a weight coefficient denoting reliability of a slot at which the reception signal is sent based on the reception signal outputted from the reception means, multiply the weight coefficient with the reception signal and provide an output, and a decoding means 16 that decodes a reception signal S29 outputted from the weight means 35 to decode the transmitted data. The decoding means 16 conducts maximum likelihood series estimate while taking reliability of the slot into account. Thus, even when the communication quality differs from slots, data transmitted with maximum likelihood series estimate with high accuracy are decoded with further more precision.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-322408

(43)公開日 平成10年(1998)12月4日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号
H 0 4 L	27/22
H 0 3 M	13/12
H 0 4 B	7/24
H 0 4 J	3/00

F I		
H 0 4 L	27/22	Z
H 0 3 M	13/12	
H 0 4 B	7/24	G
H 0 4 J	3/00	H

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L (全 27 頁)

(21)出願番号 特願平9-144289

(22)出願日 平成9年(1997)6月2日

(31)優先権主張番号 特願平9-67062

(32)優先日 平9(1997)3月19日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 迫田 和之

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72)発明者 鈴木 三博

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー  
株式会社内

(74)代理人 弁理士 田辺 恵基

(54) 【発明の名称】 受信装置及び信号受信方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は受信装置に関し、高精度に最尤系列推定を行って送信されたデータを一段と精度良く復元し得るようにする。

【解決手段】送信信号を受信して受信信号（Ｓ２７）を出力する受信手段（３１、３２）と、受信手段から出力された受信信号に基づいて、当該受信信号が送られてきたスロットの信頼性を示す重み係数を算出し、当該重み係数を受信信号に乗算して出力する重み付け手段（３５）と、重み付け手段から出力される受信信号（Ｓ２９）を復号化して送信されたデータを復元する復号化手段（１６）とを設けるようにしたことにより、復号化手段ではスロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、かくしてスロットによつて通信品質が異なるような場合でも、高精度に最尤系列推定を行つて送信されたデータを一段と精度良く復元し得る。

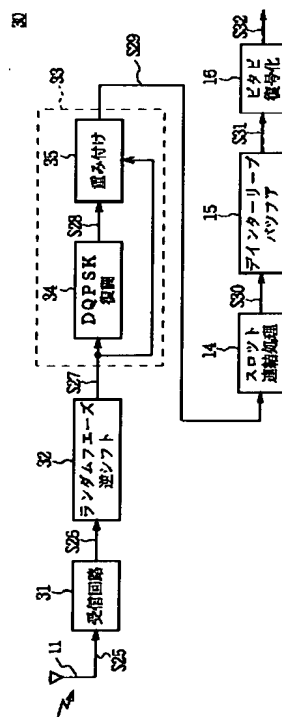


図2 受信装置の構成

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スロット単位に区分けされて送信された送信信号を受信する受信装置において、

上記送信信号を受信して受信信号を出力する受信手段と、

上記受信手段から出力された上記受信信号に基づいて、当該受信信号が送られてきたスロットの信頼性を示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記受信信号に乗算して出力する重み付け手段と、

上記重み付け手段から出力される上記受信信号を復号化して送信されたデータを復元する復号化手段とを具えることを特徴とする受信装置。

【請求項2】 上記重み付け手段は、

1スロット分の上記受信信号の信号電力と、1スロット分の上記受信信号に含まれる雑音電力とを算出し、当該信号電力及び雑音電力に基づいて算出したスロットの信号対雑音電力比を上記重み係数とすることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

【請求項3】 送信データを示す位相値に通信チャンネル毎にランダムな位相変化を加えることによつて上記送信信号が生成されている場合、

上記受信手段は、

送信側と同じランダムな位相値を上記受信信号に除算することにより上記ランダムな位相変化を元に戻した受信信号を出力し、

上記重み付け手段は、

上記受信手段から出力された上記受信信号が示す位相値の散らばり具合を基に算出したスロットの信号対干渉波電力比を上記重み係数とすることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

【請求項4】 上記重み付け手段は、

1スロット分の上記受信信号の信号電力と、1スロット分の上記受信信号に含まれる雑音電力とを算出し、当該信号電力及び雑音電力に基づいてスロットの信号対雑音電力比を算出すると共に、上記受信信号が示す位相値の散らばり具合を基にスロットの信号対干渉波電力比を算出し、上記スロットの信号対雑音電力比と上記スロットの信号対干渉波電力比とを合わせた信号対干渉雑音電力比を上記重み係数とすることを特徴とする請求項3に記載の受信装置。

【請求項5】 スロット単位に区分けされて送信された送信信号を受信する信号受信方法において、

上記送信信号を受信して得た受信信号に基づいて、当該受信信号が送られてきたスロットの信頼性を示す重み係数を算出して当該重み係数を上記受信信号に乗算し、上記重み係数が乗算された上記受信信号を復号化して送信されたデータを復元することを特徴とする信号受信方法。

【請求項6】 1スロット分の上記受信信号の信号電力と、1スロット分の上記受信信号に含まれる雑音電力と

を算出し、当該信号電力及び雑音電力に基づいて算出したスロットの信号対雑音電力比を上記重み係数とすることを特徴とする請求項5に記載の信号受信方法。

【請求項7】 送信データを示す位相値に通信チャンネル毎にランダムな位相変化を加えることによつて上記送信信号が生成されている場合、

送信側と同じランダムな位相値を上記受信信号に除算することにより上記ランダムな位相変化を元に戻し、当該受信信号が示す位相値の散らばり具合を基に算出したスロットの信号対干渉波電力比を上記重み係数とすることを特徴とする請求項5に記載の信号受信方法。

【請求項8】 1スロット分の上記受信信号の信号電力と、1スロット分の上記受信信号に含まれる雑音電力とを算出し、当該信号電力及び雑音電力に基づいてスロットの信号対雑音電力比を算出すると共に、上記受信信号が示す位相値の散らばり具合を基にスロットの信号対干渉波電力比を算出し、上記スロットの信号対雑音電力比と上記スロットの信号対干渉波電力比とを合わせた信号対干渉雑音電力比を上記重み係数とすることを特徴とする請求項7に記載の信号受信方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【目次】以下の順序で本発明を説明する。

## 【0002】 発明の属する技術分野

従来の技術（図30～図32）

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段

発明の実施の形態

（1）第1の実施の形態（図1～図9）

（2）第2の実施の形態（図10）

（3）第3の実施の形態（図11及び図12）

（4）第4の実施の形態（図13～図16）

（5）第5の実施の形態（図17）

（6）第6の実施の形態（図18及び図19）

（7）第7の実施の形態（図20～図23）

（8）第8の実施の形態（図24及び図25）

（9）他の実施の形態（図26～図29）

発明の効果

## 【0003】

【発明の属する技術分野】 本発明は受信装置及び信号受信方法に関し、例えば携帯電話システムのような無線通信システムに適用して好適なものである。

## 【0004】

【従来の技術】 従来、この種の無線通信システムにおいては、通信サービスを提供するエリアを所望の大きさのセルに分割して当該セル内にそれぞれ固定無線局としての基地局を設置し、移動無線局としての携帯電話機は自分が存在するセル内の基地局と無線通信するようになっている。その際、携帯電話機と基地局との間の通信方式としては種々の方式が提案されているが、代表的なも

のとしてTDMA方式 (Time Division Multiple Access) と呼ばれる時分割多元接続方式がある。

【0005】このTDMA方式は、例えば図30に示すように、所定の周波数チャンネルを所定時間幅のフレームF0、F1、……によつて時間的に分けると共に、そのフレームをそれぞれ所定時間幅のタイムスロットTS0～TS3に分割し、自局に割り当てられたタイムスロットTS0のタイミングのときにその周波数チャンネルを使用して送信信号を送信するような方式であり、同一周波数チャンネルで複数の通信（いわゆる多重通信）を実現して周波数を効率的に利用するようになされた方式である。なお、以降の説明では、送信用に割り当てられたタイムスロットTS0を送信スロットTXと呼び、1つの送信スロットTXで送られるデータブロックをスロットと呼ぶ。

【0006】ここでこのTDMA方式を用いてデジタル信号を送受信する無線通信システムの送信装置及び受信装置を図31及び図32を用いて説明する。因みに、この図31及び図32に示す送信装置及び受信装置は、例えば携帯電話システムの携帯電話機や基地局に搭載され、携帯電話機から基地局への通信や基地局から携帯電話機への通信に使用される。

【0007】図31 (A) に示すように、送信装置1は大きく分けて畳み込み符号化回路2、インターリーブバッファ3、スロット化处理回路4、DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying: 差動4相位相変調) 変調回路5、送信回路6及びアンテナ7によつて構成されており、送信対象のデータである送信データS1をまず畳み込み符号化回路2に入力するようになされている。

【0008】畳み込み符号化回路2は所定段数のシフトレジスタとエクスクルーシブオア回路からなり、入力される送信データS1に畳み込み符号化を施し、その結果得られる送信シンボルS2をインターリーブバッファ3に出力する。インターリーブバッファ3は送信シンボルS2を順番に内部の記憶領域に格納し、当該記憶領域全体に送信シンボルS2が格納されると（すなわち送信シンボルS2が所望量蓄積されると）、送信シンボルS2の順番をランダムに並び換え（以下、この順番を並び換えることをインターリーブと呼ぶ）、その結果得られる送信シンボルS3をスロット化处理回路4に出力する。因みに、インターリーブバッファ3の記憶容量としては、多数の送信スロットTXに送信シンボルが分散されるようにするため、複数スロット分の記憶容量を有している。

【0009】スロット化处理回路4は、送信シンボルS3を送信スロットTXに割り当てるために、当該送信シンボルS3をスロット単位で分けし、そのスロット化された送信シンボルS4をスロット単位で順にDQPSK変調回路5に出力する。DQPSK変調回路5は、ス

ロット単位で供給される送信シンボルS4にDQPSK変調処理を施すことによりシンボル情報が位相値によつて示される送信信号S5を生成し、これを送信回路6に出力する。

【0010】送信回路6は、スロット単位で供給される送信信号S5にフィルタリング処理を施した後、当該送信信号S5をアナログ信号化し、そしてそのアナログ化された送信信号に周波数変換を施すことによつて所定周波数チャンネルの送信信号S6を生成し、これを所定電力に増幅した後、アンテナ7を介して送信する。かくして送信装置1からは送信スロットTXのタイミングに同期して、スロット単位に分けられた送信信号S6が送信される。因みに、参考までに、ここまで説明してきた送信装置1の各回路において行われる信号処理の概略を図31 (B) に示す。

【0011】一方、図32 (A) に示すように、受信装置10は大きく分けてアンテナ11、受信回路12、DQPSK復調回路13、スロット連結処理回路14、デインターリーブバッファ15及びビタビ復号化回路16によつて構成されており、送信装置1から送信された送信信号S6をアンテナ11によつて受け、これを受信信号S11として受信回路12に入力するようになされている。受信回路12は入力される受信信号S11を増幅した後、当該受信信号S11に周波数変換を施すことによつてベースバンド信号を取り出し、そのベースバンド信号にフィルタリング処理を施した後、当該ベースバンド信号をデジタル信号化することによつてDQPSK変調されている状態の受信信号S12を取り出し、これをDQPSK復調回路13に出力する。

【0012】DQPSK復調回路13は受信信号S12にDQPSK復調処理を施すことによりシンボル情報を取り出し、これを受信シンボルS13としてスロット連結処理回路14に出力する。因みに、この受信シンボルS13は値が「0」又は「1」の2値信号ではなく、伝送路上でノイズ成分が加算されたことにより多値信号となっている。スロット連結処理回路14は、スロット単位で断片的に得られる受信シンボルS13を連続信号となるように連結する回路であり、後段のデインターリーブバッファ15の記憶容量分だけ受信シンボルS13が蓄積したら当該受信シンボルS13を連結し、その連結された受信シンボルS14をデインターリーブバッファ15に出力する。

【0013】デインターリーブバッファ15は複数スロット分の記憶容量を有しており、供給される受信シンボルS14を順次内部の記憶領域に格納した後、送信装置1のインターリーブバッファ3で行った並び換えと逆の手順で当該受信シンボルS14の順番を並び換えることにより元の並び順に戻し、その結果得られる受信シンボルS15をビタビ復号化回路16に出力する（以下、この元の並びに戻すことをデインターリーブと呼ぶ）。ビ

タビ復号化回路 16 は軟判定ビタビ復号化回路からなり、入力される受信シンボル S 15 に基づいて畳み込み符号のトレリスを考え、データとして取り得る全ての状態遷移の中から最も確からしい状態を推定（いわゆる最尤系列推定）することにより、送信されたデータを示す受信データ S 16 を復元し、これを出力する。因みに、ここまで説明してきた受信装置 10 の各回路において行われる信号処理の概略を図 32 (B) に示す。

#### 【0014】

【発明が解決しようとする課題】 ところでかかる受信装置 10 においては、ビタビ復号化回路 16 によつて最尤系列推定を行うことにより受信データ S 16 を復元しているが、一段と正確に受信データ S 16 を復元する上では、最尤系列推定の精度をより高精度化することが望ましい。

【0015】 この点について以下に具体的に説明する。上述したように DQPSK 復調回路 13 から出力される受信シンボル S 13 は多値信号になっている。この多値信号の値は、大まかに受信シンボルの信頼性を示している。このような多値信号を復号化するビタビ復号化回路は一般に軟判定ビタビ復号化回路と呼ばれており、通常、各シンボルの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことによりデータを復元する。これに対して値が「-1」又は「+1」の 2 値信号を復号化するビタビ復号化回路は一般に硬判定ビタビ復号化回路と呼ばれている。この硬判定ビタビ復号化回路と軟判定ビタビ復号化回路とを比べた場合、一般には軟判定ビタビ復号化回路の方がより精度の高い最尤系列推定を行うと言われている。この原因は、軟判定ビタビ復号化回路の場合には、信頼性が反映された多値信号が入力されているため、信頼性を反映した推定を行うからである。従つて最尤系列推定を高精度化する場合には、ビタビ復号化回路に入力する信号にシンボルの信頼性を反映させた方が良いと考えられる。

【0016】 ところで TDMA 方式の場合には、受信した受信シンボルはそれぞれスロット単位に区切られて送られてきており、スロット単位で通信品質が異なるおそれがある。従つてこのような場合には、スロットの通信品質を示す信頼性をそのスロットによつて送られてきたシンボルの値に反映した方が、ビタビ復号化回路の最尤系列推定をより高精度化し得ると思われる。特に多スロットに渡つてインターリーブを行つた場合には、スロットによつて極端に信頼性が異なることがあるので、信頼性を反映させないと誤つた推定をするおそれがある。

【0017】 本発明は以上の点を考慮してなされたもので、高精度に最尤系列推定を行つて送信されたデータを一段と精度良く復元し得る受信装置及び信号受信方法を提案しようとするものである。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するた

め本発明においては、スロット単位に区分けされて送信された送信信号を受信する受信装置において、送信信号を受信して受信信号を出力する受信手段と、受信手段から出力された受信信号に基づいて、当該受信信号が送られてきたスロットの信頼性を示す重み係数を算出し、当該重み係数を受信信号に乗算して出力する重み付け手段と、重み付け手段から出力される受信信号を復号化して送信されたデータを復元する復号化手段とを設けるようにした。

【0019】 このようにしてスロットの信頼性を示す重み係数を算出し、当該重み係数を乗算した受信信号を復号化するようにしたことにより、復号化手段ではスロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、かくしてスロットによつて通信品質が異なるような場合でも、高精度に最尤系列推定を行つて送信されたデータを一段と精度良く復元し得る。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】 以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

#### 【0021】 (1) 第 1 の実施の形態

まず図 1 及び図 2 を用いて本発明を適用した無線通信システムの全体構成を説明する。図 31 との対応部分に同一符号を付して示す図 1 において、20 は全体として例えば携帯電話システムのような無線通信システムの送信装置を示し、ランダムフェーズシフト回路 21 が新たに追加されたことを除いて図 31 に示した送信装置 1 とほぼ同様の構成を有している。この送信装置 20 では、スロット化処理回路 4 から出力された送信シンボル S 4 は DQPSK 変調回路 5 に入力される。DQPSK 変調回路 5 は、送信シンボル S 4 に対して DQPSK 変調処理を施すことによりシンボル情報が位相値によつて示される送信信号を生成する回路であり、この実施の形態の場合には、 $\pi/4$  シフト DQPSK 変調処理（前シンボルからの位相変化を  $\pi/4$  だけシフトすることにより最大位相変化を  $\pm 3\pi/4$  に抑圧した DQPSK 変調）を施す。この処理により生成された送信信号 S 5 はランダムフェーズシフト回路 21 に入力される。

【0022】 ランダムフェーズシフト回路 21 は、入力される送信信号 S 5 に対してランダムに発生した位相データをシンボル毎に順次乗算して行くことにより当該送信信号 S 5 に対してランダムな位相変化を加える。この場合、ランダムフェーズシフト回路 21 は、図 3 に示すように、ランダム位相データ発生回路 21A と乗算器 21B とによつて構成されている。ランダム位相データ発生回路 21A は、通信チャネル毎（例えば携帯電話システムでは基地局毎）に異なる初期位相値を予め有しており、所定規則に基づいて当該初期位相値から順にランダムな位相値を発生し、その位相値を示す位相データ S 22 を乗算器 21B に出力する。因みに、この位相データ S 22 は、ランダムな位相値を持つ振幅が「1」の複素

数列である。乗算器21Bは、入力される送信信号S5の複素数列と位相データS22の複素数列とをシンボル毎に順次乗算することにより当該送信信号S5にランダムな位相変化を加える。このようにしてランダムな位相変化が加えられた送信信号S20は続く送信回路6に出力される。

【0023】なお、通信相手の受信側では、上述の初期位相値と同じ初期位相値を持つようになされており、同じような手順により送信側と同じ位相データを発生し、これを受信信号に除算して復元処理を行えば、ランダムな位相変化を加える前の信号を復元することができる。因みに、通信相手ではない受信装置がこのランダムな位相変化を加えた送信信号を受信したとしても、同じ初期位相値を持っていないので、元の信号を復元することができない。従って各通信チャネル毎に異なる初期位相値を使用して通信すれば、各通信が互いに干渉波となるような場合でも、通信相手以外の信号、すなわち干渉波は全て位相がランダムな状態のままであり、見かけ上、干渉波を半ノイズ化することができる。

【0024】送信回路6は、この実施の形態の場合も、スロット単位で供給される送信信号S20にフィルタリング処理を施した後、当該送信信号S20をアナログ信号化し、そしてそのアナログ化された送信信号に周波数変換を施すことによつて所定周波数チャネルの送信信号S21を生成し、これを所定電力に増幅した後、アンテナ7を介して送信する。

【0025】続いて図32との対応部分に同一符号を付して示す図2において、30は全体として本発明を適用した無線通信システムの受信装置を示し、受信回路31、ランダムフェーズ逆シフト回路32及び復調回路33を除いて図32に示した受信装置10とほぼ同様の構成を有している。まずアンテナ11は送信装置20から送信された送信信号S21を受け、これを受信信号S25として受信回路31に入力する。受信回路31は入力される受信信号S25を所定電力に増幅した後、当該受信信号S25に周波数変換を施すことによつてベースバンド信号を取り出し、そのベースバンド信号にフィルタリング処理を施した後、当該ベースバンド信号をデジタル信号化することによつてランダムな位相変化が加えられた状態の受信信号S26を取り出し、これをランダムフェーズ逆シフト回路32に出力する。因みに、この受信回路31が有するアナログデジタル変換回路は、受信信号S26を出力するとき、各スロットの電力が一定になるように増幅して出力する。これはこの無線通信システムの場合、スロット単位で信号が送られてくるので、伝送路上で受けるフェージング等がスロット毎に異なっている可能性があり、このためスロット毎に信号電力が異なっている可能性があるからである。

【0026】ランダムフェーズ逆シフト回路32は、入力される受信信号S26に対して、送信側と同じ位相値

を示す位相データをシンボル毎に順次除算処理して行くことにより当該受信信号S26に加えられているランダムな位相変化を元に戻す。この場合、実際には、ランダムフェーズ逆シフト回路32は、図4に示すように、ランダム位相データ発生回路32Aと乗算器32Bとによつて構成されている。ランダム位相データ発生回路32Aは、送信側と同じ初期位相値を有しており、送信側と同じ所定規則に基づいて当該初期位相値から順に送信側と同じ位相値を発生し、その位相値と共役な関係にある位相値を示す位相データS33を乗算器32Bに出力する（図中、「\*」が共役であることを示す）。因みに、この位相データS33は、送信側で発生した位相値と共役な関係にある位相値を持つ振幅が「1」の複素数列である。乗算器32Bは、入力される受信信号S26の複素数列と位相データS33の複素数列とをシンボル毎に順次乗算することにより当該受信信号S26に加えられている位相変化を打ち消し、元の位相状態に戻す。このようにして送信側の位相データに対して共役な関係にある位相データS22を使用すれば、除算器の代わりに乗算器32Bを用いて位相の逆シフトを行うことができる。

【0027】ランダムフェーズ逆シフト回路32によつて位相が元に戻された受信信号S27は続く復調回路33に入力される。復調回路33はDQPSK復調回路34と重み付け回路35とによつて構成されており、受信信号S27をそれぞれDQPSK復調回路34及び重み付け回路35に入力するようになされている。DQPSK復調回路34は受信信号S27にDQPSK復調処理を施すことによりシンボル情報を取り出し、これを受信シンボルS28として重み付け回路35に出力する。重み付け回路35は受信信号S27に基づいて当該受信信号S27が送られてきたスロットの信頼性をスロット毎に算出し、その信頼性に応じた重み係数を算出する。そして重み付け回路35は、スロット毎にその重み係数を受信シンボルS28に乗算することにより当該受信シンボルS28の信号レベルにスロットの信頼性を反映させ、その結果得られた受信シンボルS29をスロット連結処理回路14に出力する。

【0028】スロット連結処理回路14は、スロット単位で断片的に得られる受信シンボル29を連続信号となるように連結する回路であり、後段のデインターリーブバッファ15の記憶容量分だけ受信シンボルS29が蓄積したら当該受信シンボルS29を連結し、その連結された受信シンボルS30をデインターリーブバッファ15に出力する。デインターリーブバッファ15は複数スロット分の記憶容量を有しており、供給される受信シンボルS30を順次内部の記憶領域に格納した後、送信装置20のインターリーブバッファ3で行った並び換えと逆の手順で当該受信シンボルS30の順番を並び換えることにより元の並び順に戻し、その結果得られる受信シンボルS31をビタビ復号化回路16に出力する。

【0029】ビタビ復号化回路16は軟判定ビタビ復号化回路からなり、入力される受信シンボルS31に対して最尤系列推定を行うことにより送信されたデータを示す受信データS32を復元する。この場合、前段の重み付け回路35において、受信シンボルS28が送られてきたスロットの信頼性を算出し、受信シンボルS28にそのスロットの信頼性を示す重み係数を乗算している。従つてビタビ復号化回路16に入力される受信シンボルS31の信号レベルはスロットの信頼性に応じたレベルになつており、スロット毎に通信品質が異なる場合でも、その通信品質が信頼性によつて信号レベルに反映されている。従つてこのような受信シンボルS31をビタビ復号化回路16に入力すれば、ビタビ復号化回路16はスロット毎の信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことになり、一段と高精度に最尤系列推定を行つて受信データを一段と精度良く復元し得る。

【0030】ここで図5を用いて復調回路33の構成を具体的に説明する。復調回路33においては、この図5に示すように、ランダムフェーズ逆シフト回路32から供給された複素信号からなる受信信号S27は、DQPSK復調回路を構成する乗算器40と遅延回路41に入力される。乗算器40は、遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35を受け、その1シンボル前の受信信号S35の共役な値と、入力された受信信号S27とを複素乗算することにより当該受信信号S27から受信シンボルS28を取り出す。但し、この乗算処理によつて取り出される受信シンボルS28はQPSK変調された状態のシンボル情報である。この受信シンボルS28は続くファーストイン・ファーストアウト・バッファ（以下、これをFIFOバッファと呼ぶ）42に入力され、ここに順次蓄積される。FIFOバッファ42は受信シンボルS28が1スロット分蓄積するまで保持し、1スロット分蓄積したら当該受信シンボルS28を続く乗算器43に出力する。

【0031】また乗算器40によつて取り出された受信シンボルS28は重み係数算出部52を構成する仮判定回路44にも入力される。この仮判定回路44は、受信シンボルS28の位相状態がQPSKの4つの位相状態のうちどの位相状態にあるかを仮に判定する回路であり、その仮判定した位相状態を示す振幅が「1」の複素信号S36を乗算器45に出力する。乗算器45には遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35が入力されており、当該乗算器45は仮判定回路44からの複素信号S36と1シンボル分遅延した受信信号S35とを乗算することにより仮判定結果に基づいてDQPSK変調された信号、すなわち受信信号S27を再現した信号を生成する。以下、この信号をオリジナルの受信信号S27に対してレプリカの受信信号S37と呼ぶ。

【0032】この乗算器45によつて生成されたレプリ

カの受信信号S37は減算器46に入力される。減算器46にはオリジナルの受信信号S27も入力されており、当該減算器46はオリジナルの受信信号S27からレプリカの受信信号S37を減算し、その減算結果を示す信号成分S38を第1の2乗回路47に出力する。この場合、仮判定回路44の判定結果が正しいとすれば、この信号成分S38は仮判定をしたときの受信信号S27に含まれる雑音成分とその1シンボル分前の受信信号S27に含まれる雑音成分とを合わせた信号になつている。

【0033】第1の2乗回路47はシンボル毎に信号成分S38の振幅を2乗することによりシンボル毎の雑音成分の電力を求め、その雑音電力S39を第1の加算回路48に出力する。第1の加算回路48は第1の2乗回路47から出力される各シンボルの雑音電力S39を加算することにより1スロットを構成する全てのシンボルの雑音電力を合計した1スロット分の雑音電力S40を求め、これを計算部49に出力する。

【0034】またランダムフェーズ逆シフト回路32から供給された受信信号S27は第2の2乗回路50にも入力される。第2の2乗回路50は受信信号S27の振幅を2乗することによりシンボル毎に受信信号S27の電力を求め、その信号電力S41を第2の加算回路51に出力する。第2の加算回路51は第2の2乗回路50から出力される各シンボルの信号電力S41を加算することにより1スロットを構成する全てのシンボルの信号電力を合計した1スロット分の信号電力S42を求め、これを計算部49に出力する。因みに、この信号電力S42は受信信号S27の信号電力を示しており、実際の信号成分の電力と雑音成分の電力とを合わせた信号電力となつている。

【0035】計算部49は入力される雑音電力S40と受信信号S27の信号電力S42とに基づいて、スロットの信頼性を示す重み係数S43を算出し、これを乗算器43に出力する。乗算器43はFIFOバッファ42から出力される受信シンボルS28にこの重み係数S43を乗算することにより当該受信シンボルS28の振幅にスロットの信頼性を反映させる。かくしてこのような処理によりスロットの信頼性が反映された受信シンボルS29が生成される。

【0036】ここで計算部49の構成を図6に示す。計算部49は、この図6に示すように、重み係数算出テーブル49Aと調整回路49Bとによつて構成されている。重み係数算出テーブル49Aは重み係数の対応表が格納されたメモリからなり、所定のパラメータを指示することにより当該パラメータに対応した重み係数を読み出し得るようになされている。この重み係数はスロットの信頼性すなわち通信品質を示す係数であり、例えばそのスロットの信号対雑音電力比S/Nを示す係数である。調整回路49Bは入力される雑音電力S40と信号

電力 $S_{42}$ とに基づいて重み係数を読み出すためのパラメータ $SP$ を算出し、当該パラメータ $SP$ を重み係数算出テーブル49Aに指示することにより当該パラメータ $SP$ に対応した重み係数を読み出し、これを重み係数 $S_{43}$ として出力する。

【0037】ここでこの調整回路49Bの構成を以下に説明する。調整回路49Bは、例えば図7に示すように、1/2回路49BAと、除算器49BBと、算出回路49BCとによって構成される。まず雑音電力 $S_{40}$ は上述したように2シンボル分の雑音電力 $S_{39}$ を合計したものである実際の雑音電力の2倍となっている。このため雑音電力 $S_{40}$ は1/2回路49BAに入力され、ここで当該雑音電力 $S_{40}$ を半分にすることにより実際の雑音電力を求める。この雑音電力は除算器49BBに入力され、ここで信号電力 $S_{42}$ と除算処理が行われる。除算器49BBは入力される雑音電力を信号電力 $S_{42}$ によって除算することにより雑音( $N$ )と信号電力( $S$ )の比を求める。この場合、信号電力 $S_{42}$ は雑音成分も含んだ電力になっているので、ここで求められる雑音対信号電力比は $N/(S+N)$ である。因みに、雑音電力 $S_{40}$ を算出する際に用いたシンボル数と、信号電力 $S_{42}$ を算出する際に用いたシンボル数が異なる場合には、雑音電力 $S_{40}$ をそのシンボル数で正規化すると共に、信号電力 $S_{42}$ をそのシンボル数で正規化した後、雑音対信号電力比 $N/(S+N)$ を求めるようにしても良い。

【0038】重み係数算出テーブル49Aには、この場合、算出された雑音対信号電力比 $N/(S+N)$ とそれに対応する信号対雑音電力比 $S/N$ (この値は実測値に基づいた推定値である)との対応表が格納されており、算出回路49BCは除算器49BBから供給される雑音対信号電力比 $N/(S+N)$ をパラメータ $SP$ として対応する信号対雑音電力比 $S/N$ を重み係数算出テーブル49Aから読み出し、これを重み係数 $S_{43}$ として出力する。因みに、仮判定回路44が誤った仮判定を行った場合には、雑音電力 $S_{40}$ の値が実際の雑音電力よりも下回るので、この分が補正された雑音対信号電力比 $N/(S+N)$ と信号対雑音電力比 $S/N$ の対応表を重み係数算出テーブル49Aに格納するようにしても良い。

【0039】以上の構成において、この受信装置30の場合には、復調回路33において受信シンボル $S_{28}$ の仮判定を行い、その仮判定結果 $S_{36}$ と1シンボル分前の受信信号 $S_{27}$ とを基に当該受信信号 $S_{27}$ を再現したレプリカの受信信号 $S_{37}$ を生成する。そしてこのレプリカの受信信号 $S_{37}$ とオリジナルの受信信号 $S_{27}$ との差を取ることににより各シンボル毎に雑音成分 $S_{38}$ を求め、これを基に1スロット分の雑音電力 $S_{40}$ を求める。またこれと並行して、オリジナルの受信信号 $S_{27}$ の1スロット分の信号電力 $S_{42}$ を求める。この求めた雑音電力 $S_{40}$ と信号電力 $S_{42}$ とに基づいてそのス

ロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数 $S_{43}$ を求め、これを受信シンボル $S_{28}$ に乘算する。これを各スロット毎に行うことによりスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を受信シンボル $S_{28}$ の振幅に反映し、これによつてスロットの信頼性を反映させた受信シンボル $S_{29}$ を生成する。このようなスロットの信頼性を反映させた受信シンボル $S_{29}$ を後段のスロット連結処理回路14やデインターリーブパツファ15を介してビタビ復号化回路16に入力すれば、当該ビタビ復号化回路16では各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データ $S_{32}$ を復元し得る。

【0040】因みに、重み係数 $S_{43}$ を受信シンボル $S_{28}$ に乘算してスロットの信頼性を反映させた場合と、反映させなかった場合の受信データのビットエラーレートを図8に示す。因みに、図中示すシステムロードは、無線通信システムにおけるチャネルの利用率を示しており、干渉波電力と比例している。この図8から分かるように、スロットの信頼性を受信シンボル $S_{28}$ に反映させた方が受信データを精度良く復元し得ていることが分かる。

【0041】またこの受信装置30の場合には、重み係数としてスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を重み係数算出テーブル49Aに格納しておき、雑音電力 $S_{40}$ と信号電力 $S_{42}$ とに基づいて、そのテーブル49Aから信号対雑音電力比 $S/N$ を読み出し、これを重み係数 $S_{43}$ としたことにより、スロットの信頼性を正確に示す重み係数 $S_{43}$ を簡易な構成で容易に算出し得る。因みに、雑音電力 $S_{40}$ と信号電力 $S_{42}$ とに基づいて計算により信号対雑音電力比 $S/N$ を求め、これを重み係数 $S_{43}$ として使用しても良いが、計算により求めた信号対雑音電力比 $S/N$ は、図9に示すように、信号対雑音電力比 $S/N$ が悪い状況においては実際の値に追従しない傾向にあり、誤差が含まれてしまう。しかしながらこの分を補正した実際の信号対雑音電力比 $S/N$ に近い推定値を重み係数算出テーブル49Aに用意しておき、これを表引きするようにすれば、正確な信号対雑音電力比 $S/N$ が求められ、信頼性を正確に示す重み係数 $S_{43}$ が得られる。

【0042】以上の構成によれば、受信信号 $S_{27}$ から雑音電力 $S_{40}$ を求めると共に、信号電力 $S_{42}$ を求め、当該雑音電力 $S_{40}$ と信号電力 $S_{42}$ とを基にしてスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数 $S_{43}$ を算出し、これを受信シンボル $S_{28}$ に乘算するようにしたことにより、当該受信シンボル $S_{28}$ にスロットの信頼性を反映させることができる。かくしてスロットの信頼性を反映させた受信シンボル $S_{29}$ をビタビ復号化回路16に入力すれば、各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データ $S_{32}$ を復元し得る。

## 【0043】(2)第2の実施の形態

図5との対応部分に同一符号を付して示す図10において、60は全体として第2の実施の形態による復調回路を示し、第1の実施の形態と同様に、受信信号S27をDQPSK復調回路を構成する乗算器40と遅延回路41に入力するようになされている。乗算器40は、遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35を受け、その1シンボル分前の受信信号S35の共役な値と、入力された受信信号S27とを複素乗算することにより当該受信信号S27から受信シンボルS28を取り出す。但し、この乗算処理によつて取り出される受信シンボルS28はQPSK変調されたシンボル情報である。この受信シンボルS28は続くFIFOバッファ42に入力され、ここに順次蓄積される。FIFOバッファ42は受信シンボルS28が1スロット分蓄積するまで保持し、1スロット分蓄積したら当該受信シンボルS28を続く乗算器43に出力する。

【0044】また乗算器40によつて取り出された受信シンボルS28は重み係数算出部59を構成する絶対値回路61にも入力される。この絶対値回路61は、QPSK信号からなる受信シンボルS28のI成分及びQ成分の絶対値を取ることによるシンボル情報を複素平面上の第1象限に変換し、その変換された受信シンボルS50を減算器62及び第2の2乗回路50に出力する。

【0045】減算器62には、RMSレベル回路63から出力される基準シンボル信号S51が入力されている。この基準シンボル信号S51は、複素平面上において位相が $\pi/4$ の位置にあり、かつ振幅がそのスロットにおけるシンボル毎の平均電力となるような信号である。減算器62は、受信シンボルS50からこの基準シンボル信号S51を減算することによりその差を算出し、その差を示す信号成分S52を第1の2乗回路47に出力する。因みに、この信号成分S52は、受信シンボルS50に含まれる雑音成分を示している。

【0046】第1の2乗回路47はシンボル毎に信号成分S52の振幅を2乗することによりシンボル毎の雑音成分の電力を求め、その雑音電力S53を第1の加算回路48に出力する。第1の加算回路48は第1の2乗回路47から出力される各シンボルの雑音電力S53を加算することにより1スロット分の雑音電力S54を求め、これを計算部49に出力する。

【0047】一方、第2の2乗回路50においては、絶対値回路61から供給された受信シンボルS50の振幅を2乗することによりシンボル毎に信号電力S55を求め、これを第2の加算回路51に出力する。第2の加算回路51は第2の2乗回路50から出力される各シンボルの信号電力S55を加算することにより1スロット分の信号電力S56を求め、これを計算部49に出力する。因みに、この信号電力S56も、第1の実施の形態と同様に、実際の信号成分の電力と雑音成分の電力とを

合わせた信号電力になつている。

【0048】計算部49は、入力される雑音電力S54と信号電力S56とに基づいて、スロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数S43を算出し、これを乗算器43に出力する。乗算器43はFIFOバッファ42から出力される受信シンボルS28にこの重み係数S43を乗算することにより当該受信シンボルS28の振幅にスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を反映させる。このようにしてこの実施の形態の場合にも、スロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を受信シンボルS28に反映させることにより、スロットの信頼性が反映された受信シンボルS29を生成する。因みに、計算部49は、この実施の形態の場合にも、図6に示したように、重み係数算出テーブル49Aと調整回路49Bからなり、入力される雑音電力S54と信号電力S56とに基づいて表引きのパラメータSPを算出し、当該パラメータSPを重み係数算出テーブル49Aに指示することにより所望の重み係数を読み出し、これを重み係数S43として出力する。

【0049】以上の構成において、この第2の実施の形態による復調回路60では、絶対値回路61によつて受信シンボルS28を複素平面上の第1象限に変換し、その変換された受信シンボルS50と基準シンボル信号S51との差を算出することにより雑音の信号成分S52を算出し、これを基に1スロット分の雑音電力S54を算出する。またこれと並行して受信シンボルS50を基に1スロット分の信号電力S56を求め、そしてこの雑音電力S54と信号電力S56とに基づいてそのスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数S43を求め、これを受信シンボルS28に乗算する。これを各スロット毎に行うことによりスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を受信シンボルS28の振幅に反映し、これによつてスロットの信頼性が反映された受信シンボルS29を生成する。このようなスロットの信頼性を反映させた受信シンボルS29を後段のビタビ復号化回路16に入力すれば、当該ビタビ復号化回路16では各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

【0050】以上の構成によれば、受信シンボルS28を複素平面上の第1象限に変換した後、その変換された受信シンボルS50から基準シンボル信号S51を減算して雑音電力S54を求めると共に、当該受信シンボルS50から信号電力S56を求め、その雑音電力S54と信号電力S56とに基づいてスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数S43を算出して受信シンボルS28に乗算するようにしたことにより、当該受信シンボルS28にスロットの信頼性を反映させることができる。かくしてスロットの信頼性が反映された受信シンボルS29をビタビ復号化回路16に入力すれば、各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うこと

ができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

#### 【0051】(3) 第3の実施の形態

図5との対応部分に同一符号して示す図11において、70は全体として第3の実施の形態による復調回路を示し、第1の実施の形態と同様に、受信信号S27をDQPSK復調回路を構成する乗算器40と遅延回路41に入力するようになされている。乗算器40は、遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35を受け、その1シンボル分前の受信信号S35の共役な値と、入力された受信信号S27とを複素乗算することにより当該受信信号S27から受信シンボルS28を取り出す。但し、この乗算処理によつて取り出される受信シンボルS28はQPSK変調されたシンボル情報である。この受信シンボルS28は続くFIFOバッファ42に入力され、ここに順次蓄積される。FIFOバッファ42は受信シンボルS28が1スロット分蓄積するまで保持し、1スロット分蓄積したら当該受信シンボルS28を続く乗算器43に出力する。

【0052】またこの乗算器40によつて取り出された受信シンボルS28は重み係数算出部69にも入力される。重み係数算出部69においては、受信シンボルS28のうちI成分を第1の絶対値回路71と第1の2乗回路72に入力し、受信シンボルS28のうちQ成分を第2の絶対値回路75と第2の2乗回路76に入力するようになされている。第1の絶対値回路71はI成分の絶対値を求めることにより当該I成分の振幅をシンボル毎に求め、このI成分の振幅を示す信号成分S60を第1の加算回路73に出力する。第1の加算回路73はこのI成分の振幅を示す信号成分S60を1スロット分加算することにより1スロット分のI成分の振幅を合計し、そのI成分の振幅の合計を示す信号成分S61を計算部79に出力する。

【0053】一方、第1の2乗回路72はI成分をシンボル毎に2乗することによりシンボル毎のI成分の電力を算出し、このシンボル毎のI成分の電力を示す信号成分S62を第2の加算回路74に出力する。第2の加算回路74は、このシンボル毎のI成分の電力を示す信号成分S62を1スロット分加算することにより1スロット分のI成分の電力を合計し、そのI成分の電力の合計を示す信号成分S63を計算部79に出力する。

【0054】同様に、Q成分が入力された第2の絶対値回路75は、Q成分の絶対値を求めることにより当該Q成分の振幅をシンボル毎に求め、このQ成分の振幅を示す信号成分S64を第3の加算回路77に出力する。第3の加算回路77はこのQ成分の振幅を示す信号成分S64を1スロット分加算することにより1スロット分のQ成分の振幅を合計し、そのQ成分の振幅の合計を示す信号成分S65を計算部79に出力する。

【0055】第2の2乗回路76はQ成分をシンボル毎

に2乗することによりシンボル毎のQ成分の電力を算出し、このシンボル毎のQ成分の電力を示す信号成分S66を第4の加算回路78に出力する。第4の加算回路78は、このシンボル毎のQ成分の電力を示す信号成分S66を1スロット分加算することにより1スロット分のQ成分の電力を合計し、そのQ成分の電力の合計を示す信号成分S67を計算部79に出力する。

【0056】因みに、ここでは構成を簡易化するために第1～第4の加算回路によつてI及びQ成分の振幅と電力の合計を求めているが、これをシンボル数で割つて振幅と電力の平均値を求めるようにしても良い。

【0057】計算部79は入力されるI成分の振幅の合計(S61)と、I成分の電力の合計(S63)と、Q成分の振幅の合計(S65)と、Q成分の電力の合計(S67)とに基づいて、スロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数S43を算出し、これを乗算器43に出力する。乗算器43はFIFOバッファ42から出力される受信シンボルS28にこの重み係数S43を乗算することにより当該受信シンボルS28の振幅にスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を反映させる。このようにしてこの実施の形態の場合にも、スロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を受信シンボルS28に反映させることにより、スロットの信頼性が反映された受信シンボルS29を生成する。

【0058】ここで計算部79の構成を図12に示す。この図12に示すように、計算部79においては、I成分の振幅を示す信号成分S61を第3の2乗回路80に入力してI成分の振幅の2乗を求めると共に、Q成分の振幅を示す信号成分S65を第4の2乗回路83に入力してQ成分の振幅の2乗を求めようになされている。この求められたI及びQ成分の振幅の2乗値はそれぞれ加算回路81に入力されて加算され、その結果得られた振幅の2乗値を示す信号成分S68は算出回路85に入力される。

【0059】一方、I成分の電力を示す信号成分S63とQ成分の電力を示す信号成分S67は共に加算回路82に入力されて加算された後、N倍回路84に入力され、ここでシンボル数倍される。この処理により得られる信号成分S69は同じく算出回路85に入力される。算出回路85はシンボル数倍された電力(S69)から振幅の2乗値(S68)を減算することによりI及びQ成分の分散値を求め、これを表引きのパラメータSPとして重み係数算出テーブル86に指示する。重み係数算出テーブル86には、I及びQ成分の分散値とそれに対応する重み係数(すなわちスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す係数であつて、実測に基づいた値の係数)の対応表が格納されており、指示された分散値に対応する重み係数を読み出して出力するようになされている。算出回路85は、このようにして重み係数算出テーブル86から読み出した重み係数を、重み係数S43として

乗算器43に出力する。これにより乗算器43において受信シンボルS28にスロットの信号対雑音電力比S/Nが反映される。

【0060】以上の構成において、この第3の実施の形態による復調回路70では、乗算器40によつて取り出した受信シンボルS28をI成分とQ成分に分離し、受信シンボルS28のI成分から1スロット分のI成分の振幅(S61)及び電力(S63)を算出すると共に、受信シンボルS28のQ成分から1スロット分のQ成分の振幅(S65)及び電力(S67)を算出する。そして算出された1スロット分のI成分の振幅及び電力とQ成分の振幅及び電力を基にI及びQ成分の分散値を算出し、当該I及びQ成分の分散値に基づいてそのスロットの信号対雑音電力比S/Nを示す重み係数S43を求め、これを受信シンボルS28に乗算する。これを各スロット毎に行うことによりスロットの信号対雑音電力比S/Nを受信シンボルS28の振幅に反映し、これによつてスロットの信頼性を反映させた受信シンボルS29を生成する。このようなスロットの信頼性を反映させた受信シンボルS29を後段のビタビ復号化回路16に入力すれば、当該ビタビ復号化回路16では各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

【0061】以上の構成によれば、受信シンボルS28のI成分及びQ成分から当該I成分の振幅S61及び電力S63とQ成分の振幅S65及び電力S67を求めてこれを基にI及びQ成分の分散値を求め、その分散値を基にスロットの信号対雑音電力比S/Nを示す重み係数S43を算出して受信シンボルS28に乗算するようにしたことにより、当該受信シンボルS28にスロットの信頼性を反映させることができる。かくしてスロットの信頼性が反映された受信シンボルS29をビタビ復号化回路16に入力すれば、各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

#### 【0062】(4)第4の実施の形態

図5との対応部分に同一符号を付して示す図13において、90は全体として第4の実施の形態による復調回路を示し、この実施の形態の場合には、スロットが受けた干渉波の影響に応じて重み係数を決定するようにする。まずこの復調回路90においても、受信信号S27をDQPSK復調回路を構成する乗算器40と遅延回路41に入力するようになされている。乗算器40は、遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35を受け、その1シンボル分前の受信信号S35の共役な値と、入力された受信信号S27とを複素乗算することにより当該受信信号S27から受信シンボルS28を取り出す。但し、この乗算処理によつて取り出される受信シンボルS28はQPSK変調されたシンボル情報である。この受信シンボルS28は続くFIFOバッフ

ア42に入力され、ここに順次蓄積される。FIFOバッファ42は受信シンボルS28が1スロット分蓄積するまで保持し、1スロット分蓄積したら当該受信シンボルS28を続く乗算器43に出力する。

【0063】また乗算器40によつて取り出された受信シンボルS28は重み係数算出部89を構成する絶対値回路91にも入力される。この絶対値回路91は、QPSK信号からなる受信シンボルS28のI成分及びQ成分の絶対値を取ることにによりシンボル情報を複素平面上の第1象限に変換し、その変換された受信シンボルS70を乗算器92に出力する。乗算器92には $\pi/4$ シフト回路88から出力される位相データS71が入力されている。この位相データS71は $+\pi/4$ の位相値を有する振幅が「1」の複素位相データである。乗算器92はこの位相データS71と受信シンボルS70とを複素乗算することにより受信シンボルS70の位相を $+\pi/4$ だけシフトした受信シンボルS72を生成する。

【0064】このとき受信シンボルS70が干渉波の影響を受けていないとすれば、受信シンボルS72の各シンボルは、図14に示すように、複素平面上の位相が $\pi/2$ の位置に移動し、Q軸上に存在することになる。このため干渉波の影響を受けていなければ、各シンボルのI成分は「0」となり、Q成分は一定の値になっている。これに対して受信シンボルS70が干渉波の影響を受けていると、受信シンボルS72の各シンボルは、図15に示すように、複素平面上において必ずしも位相が $\pi/2$ の位置に存在せず、 $\pi/2$ を中心として前後 $\pi/4$ の範囲内にランダムに散らばつて存在する。これは干渉波のように通信相手ではない他の送信装置から送信された電波を受信すると、ランダムフェーズ逆シフト回路32によつて位相シフト処理を行つても、位相は元の状態に戻らず、ランダムな状態のままになっているからである。従つてこの受信シンボルS72が示す位相値の散らばり具合、すなわち分散を調べれば、干渉波の影響を受けているか否かが分かる。

【0065】そのため乗算器92によつて得られた受信シンボルS72は分散を調べるためにI成分とQ成分に分離された後、I成分は第2の絶対値回路93及び第1の2乗回路94に入力され、Q成分は第3の絶対値回路95及び第2の2乗回路96に入力される。第2の絶対値回路93はI成分の絶対値を求めることにより当該I成分の振幅をシンボル毎に求め、このI成分の振幅を示す信号成分S73を第1の加算回路97に出力する。第1の加算回路97はこのI成分の振幅を示す信号成分S73を1スロット分加算することにより1スロット分のI成分の振幅を合計し、そのI成分の振幅の合計を示す信号成分S74を計算部98に出力する。

【0066】第1の2乗回路94は入力されるI成分をシンボル毎に2乗することによりシンボル毎のI成分の電力を算出し、このシンボル毎のI成分の電力を示す信

10

20

30

40

50

号成分S75を第2の加算回路99に出力する。第2の加算回路99は、このシンボル毎のI成分の電力を示す信号成分S75を1スロット分加算することにより1スロット分のI成分の電力を合計し、そのI成分の電力の合計を示す信号成分S76を計算部98に出力する。

【0067】同様に、Q成分が入力された第3の絶対値回路95は、Q成分の絶対値を求めることにより当該Q成分の振幅をシンボル毎に求め、このQ成分の振幅を示す信号成分S77を第3の加算回路100に出力する。第3の加算回路100はこのQ成分の振幅を示す信号成分S77を1スロット分加算することにより1スロット分のQ成分の振幅を合計し、そのQ成分の振幅の合計を示す信号成分S78を計算部98に出力する。

【0068】第2の2乗回路96はQ成分をシンボル毎に2乗することによりシンボル毎のQ成分の電力を算出し、このシンボル毎のQ成分の電力を示す信号成分S79を第4の加算回路101に出力する。第4の加算回路101は、このシンボル毎のQ成分の電力を示す信号成分S79を1スロット分加算することにより1スロット分のQ成分の電力を合計し、そのQ成分の電力の合計を示す信号成分S80を計算部98に出力する。

【0069】計算部98は入力されるI成分の振幅の合計(S74)とI成分の電力の合計(S76)とに基づいてI成分の分散値を求めると共に、入力されるQ成分の振幅の合計(S78)とQ成分の電力の合計(S80)とに基づいてQ成分の分散値を求め、このI成分の分散値及びQ成分の分散値に基づいて、スロットが干渉波の影響を受けている度合い(すなわち信号対干渉波電力比 $S/I$ )を示す重み係数S81を算出し、これを乗算器43に出力する。因みに、分散値が大きければ干渉波の影響が大きいので、重み係数S81としては小さな値が選定される。乗算器43はFIFOバッファ42から出力される受信シンボルS28にこの重み係数S81を乗算することにより当該受信シンボルS28の振幅にスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を反映させる。これによりこの実施の形態の場合には、干渉波の影響を基準にして受信シンボルS28の振幅にスロットの信頼性を反映する。

【0070】ここで計算部98の構成を図16に示す。この図16に示すように、計算部98においては、I成分の振幅を示す信号成分S74を第3の2乗回路102に入力してI成分の振幅の2乗を求めると共に、I成分の電力を示す信号成分S76をN倍回路103に入力してI成分の電力をシンボル数倍するようになされている。このI成分の振幅の2乗結果とシンボル数倍されたI成分の電力はそれぞれ減算器104に入力され、ここでシンボル数倍されたI成分の電力から振幅の2乗結果が減算されてI成分の分散値が算出される。このI成分の分散値を示す信号成分S83は続く算出回路105に出力される。

【0071】また計算部98においては、Q成分の振幅を示す信号成分S78を第4の2乗回路106に入力してQ成分の振幅の2乗を求めると共に、Q成分の電力を示す信号成分S80をN倍回路107に入力してQ成分の電力をシンボル数倍するようになされている。このQ成分の振幅の2乗結果とシンボル数倍されたQ成分の電力はそれぞれ減算器108に入力され、ここでシンボル数倍されたQ成分の電力から振幅の2乗結果が減算されてQ成分の分散値が算出される。このQ成分の分散値を示す信号成分S84は、同様に、続く算出回路105に出力される。

【0072】算出回路105は入力されたI成分の分散値とQ成分の分散値を表引きのパラメータSPとして重み係数算出テーブル109に指示する。重み係数算出テーブル109には、I成分の分散値及びQ成分の分散値とそれに対応する重み係数(すなわちスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す係数であつて、実測に基づいた値の係数である)の対応表が格納されており、指示されたI成分の分散値及びQ成分の分散値に対応する重み係数を読み出して出力するようになされている。算出回路105は、このようにして重み係数算出テーブル109から読み出した重み係数を、重み係数S81として乗算器43に出力する。これにより乗算器43において受信シンボルS28の振幅にスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ が反映され、スロットの信頼性が反映される。

【0073】以上の構成において、この第4の実施の形態による復調回路90では、絶対値回路91によつて受信シンボルS28を複素平面上の第1象限に変換し、さらにその変換された受信シンボルS70の位相を乗算器92によつて $\pi/4$ シフトする。そしてこの位相変換した受信シンボルS72のI成分とQ成分を分離した後、1スロット分のI成分の振幅の合計(S74)と1スロット分のI成分の電力の合計(S76)とを求めると共に、1スロット分のQ成分の振幅の合計(S78)と1スロット分のQ成分の電力の合計(S80)とを求める。そしてこれらの算出結果(S74、S76、S78及びS80)に基づいてI成分の分散値とQ成分の分散値を求め、これを基にスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す重み係数S81を算出し、これを受信シンボルS28に乗算する。これを各スロット毎に行うことにより信号対干渉波電力比 $S/I$ を受信シンボルS28の振幅に反映し、スロットの信頼性を反映した受信シンボルS29を生成する。このようなスロットの信頼性を反映させた受信シンボルS29を後段のビタビ復号化回路16に入力すれば、当該ビタビ復号化回路16では各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

【0074】以上の構成によれば、複素平面上の第1象限に変換された受信シンボルS70の位相を $\pi/4$ シフ

トした後、その位相変換された受信シンボルS72からI成分の分散値とQ成分の分散値を求め、そのI成分の分散値とQ成分の分散値を基にスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す重み係数S81を算出して受信シンボルS28に乗算するようにしたことにより、当該受信シンボルS28に干渉波に基づいたスロットの信頼性を反映させることができる。かくして干渉波に基づいたスロットの信頼性が反映された受信シンボルS29をビタビ復号化回路16に入力すれば、干渉波が存在するような環境においても、各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

#### 【0075】(5) 第5の実施の形態

図13との対応部分に同一符号を付して示す図17において、110は全体として第5の実施の形態による復調回路を示し、この実施の形態の場合には、乗算器92の位相変換処理により生成された受信シンボルS72をI成分とQ成分に展開するのではなく、受信シンボルS72を極座標変換することにより振幅成分rと位相成分 $\theta$ に展開し、これを基に重み係数を算出するようになされている。

【0076】まず重み係数算出部121においては、乗算器92によつて得られた位相が $\pi/4$ シフトした受信シンボルS72を極座標変換回路111に入力するようになされている。極座標変換回路111は、受信シンボルS72に極座標変換を施すことによりシンボル毎に受信シンボルS72の振幅成分rと複素平面上における位相成分 $\theta$ を抽出し、当該振幅成分rを第2の絶対値回路112及び第1の2乗回路113に出力し、位相成分 $\theta$ を第3の絶対値回路114及び第2の2乗回路115に出力する。

【0077】第2の絶対値回路112は振幅成分rの絶対値を求め、これを第1の加算回路116に出力する。第1の加算回路116は振幅成分rの絶対値を1スロット分加算することにより1スロット分の振幅成分rの合計を求め、この1スロット分の振幅成分rの合計を示す信号成分S90を計算部117に出力する。第1の2乗回路113は振幅成分rをシンボル毎に2乗することにより電力成分を算出し、これを第2の加算回路118に出力する。第2の加算回路118は電力成分を1スロット分加算することにより1スロット分の電力の合計を求め、この1スロット分の電力の合計を示す信号成分S91を計算部117に出力する。

【0078】一方、第3の絶対値回路114は位相成分 $\theta$ の絶対値を求め、これを第3の加算回路119に出力する。第3の加算回路119は位相成分 $\theta$ を1スロット分加算することにより1スロット分の位相成分 $\theta$ の合計を求め、この1スロット分の位相成分 $\theta$ の合計を示す信号成分S92を計算部117に出力する。第2の2乗回路115は位相成分 $\theta$ をシンボル毎に2乗し、その2乗

結果を第4の加算回路120に出力する。第4の加算回路120は位相成分 $\theta$ の2乗結果を1スロット分加算し、その1スロット分の合計を示す信号成分S93を計算部117に出力する。

【0079】計算部117は、振幅成分rの合計(S90)と振幅成分rを2乗した合計(S91)とに基づいて振幅成分rの分散値を求めると共に、位相成分 $\theta$ の合計(S92)と位相成分 $\theta$ を2乗した合計(S93)とに基づいて位相成分 $\theta$ の分散値を求め、この振幅成分rの分散値と位相成分 $\theta$ の分散値とに基づいて重み係数を表引きし、これを重み係数S94として乗算器43に出力する。因みに、この実施の形態の場合にも、計算部117は、振幅成分rの分散値及び位相成分 $\theta$ の分散値とそれに対応する重み係数(すなわちスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す係数)との対応表からなる重み係数算出テーブルを有しており、振幅成分rの分散値及び位相成分 $\theta$ の分散値を基に重み係数算出テーブルを表引きすることにより所望の重み係数S94を算出するようになされている。

【0080】以上の構成において、この第5の実施の形態による復調回路110では、受信シンボルS72を極座標変換して振幅成分rと位相成分 $\theta$ を抽出し、当該振幅成分rの分散値と位相成分 $\theta$ の分散値を求め、そしてこの振幅成分rの分散値と位相成分 $\theta$ の分散値とに基づいて、スロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す重み係数S94を算出し、これを受信シンボルS28に乗算する。これを各スロット毎に行うことにより信号対干渉波電力比 $S/I$ を受信シンボルS28の振幅に反映し、スロットの信頼性を反映した受信シンボルS29を生成する。このようなスロットの信頼性を反映させた受信シンボルS29を後段のビタビ復号化回路16に入力すれば、当該ビタビ復号化回路16では各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

【0081】因みに、この実施の形態の場合には、受信シンボルS72を極座標変換して振幅成分rと位相成分 $\theta$ を抽出して分散値を求めており、第4の実施の形態の場合に比して分散値をより正確に検出し得る。従つてこの実施の形態の場合の方が、干渉波の影響を受けている度合いをより細かく検出し得、受信シンボルS28に対してより細かく信頼性を反映し得る。

【0082】以上の構成によれば、受信シンボルS72を極座標変換して振幅成分rと位相成分 $\theta$ を抽出し、当該振幅成分rの分散値を求めると共に位相成分 $\theta$ の分散値を求め、これを基にスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す重み係数S94を算出して受信シンボルS28に乗算するようにしたことにより、当該受信シンボルS28に干渉波に基づいたスロットの信頼性を反映させることができる。かくして干渉波に基づいたスロットの信頼性が反映された受信シンボルS29をビタビ復号化

回路16に入力すれば、干渉波が存在するような環境においても、各スロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と精度良く受信データS32を復元し得る。

【0083】(6)第6の実施の形態

図5及び図13との対応部分に同一符号を付して示す図18において、130は全体として第6の実施の形態による復調回路を示し、この実施の形態の場合には、第1、第2又は第3の実施の形態に示した重み係数算出部52、59又は69のいずれかと、第4の実施の形態に示した重み係数算出部89とを組み合わせて重み係数を算出するようになされている。このような復調回路130は、ノイズと干渉波の両方が存在するような環境や、通常は干渉波がノイズ化されているが突発的に強い単一干渉波が発生するような環境に適用して好適である。

【0084】まずこの復調回路130においても、受信信号S27をDQPSK復調回路を構成する乗算器40と遅延回路41に入力するようになされている。乗算器40は、遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35を受け、その1シンボル分前の受信信号S35の共役な値と、入力された受信信号S27とを複素乗算することにより当該受信信号S27から受信シンボルS28を取り出す。但し、この乗算処理によって取り出される受信シンボルS28はQPSK変調されたシンボル情報である。この受信シンボルS28は続くFIFOバッファ42に入力され、ここに順次蓄積される。FIFOバッファ42は受信シンボルS28が1スロット分蓄積するまで保持し、1スロット分蓄積したら当該受信シンボルS28を続く乗算器43に出力する。

【0085】また乗算器40によつて取り出された受信シンボルS28は第1の重み係数算出部52と第2の重み係数算出部89にも入力される。因みに、ここでは第1の重み係数算出部として第1の実施の形態による重み係数算出部52を使用しているが、第2又は第3の実施の形態による重み係数算出部59又は69を使用しても良い。また第2の重み係数算出部は第4の実施の形態による重み係数算出部89である。

【0086】第1の重み係数算出部52は、第1の実施の形態と同様に、受信シンボルS28を仮判定してレプリカの受信信号S37を生成し、これとオリジナルの受信信号S27との差によつて雑音電力S40を求める。そして第1の重み係数算出部52は、その雑音電力S40と受信信号S27の信号電力S42とに基づいて表引きを行うことによりスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数S43を算出し、これを第3の重み係数算出部131に出力する。

【0087】一方、第2の重み係数算出部89は、第4の実施の形態と同様に、受信シンボルS28を複素平面上の第1象限に変換した後、その位相を $\pi/4$ シフトすることにより、位相状態が複素平面上のQ軸のところに

集中した受信シンボルS72を生成する。そして第2の重み係数算出部89は、この受信シンボルS72からI成分とQ成分を抽出して当該I成分の分散値とQ成分の分散値を算出し、これを基にして表引きを行うことによりスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す重み係数S81を算出し、これを第3の重み係数算出部131に出力する。

【0088】第3の重み係数算出部131は、スロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数S43と、スロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す重み係数S81とを基に、両方の要素を合わせた信号対干渉雑音電力比 $S/(I+N)$ を示す重み係数を算出し、これを新たな重み係数S100として乗算器43に出力する。かくして乗算器43はこの2つの要素を含んだ重み係数S100を受信シンボルS28に乗算することにより信号対干渉雑音電力比 $S/(I+N)$ を受信シンボルS28の振幅に反映させ、これによつて両方の要素を考慮してスロットの信頼性を反映させた受信シンボルS29を生成する。

【0089】因みに、第3の重み係数算出部131においては、信号対干渉雑音電力比 $S/(I+N)$ を示す重み係数S100を算出する際、2つの重み係数S43、S81の値を基に表引きを行い、これによつて重み係数S100を求めるようになされている。すなわち重み係数S43の値をL、重み係数S81の値をMとし、これらの値L、Mを基に表引きできるような例えば図19に示すようなテーブルが予め用意されており、このテーブルに値L、Mを入力して対応する重み係数S100を算出する。例えば重み係数S43の値Lが「1」で重み係数S81の値Mが「5」であれば、値がEAからなる重み係数S100を算出する。なお、この図19に示されている値AA~HHは、それぞれ実測等によつて予め求められた信号対干渉雑音電力比 $S/(I+N)$ の推定値である。

【0090】以上の構成によれば、第1の重み係数算出部52によつて算出したスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を示す重み係数S43と第2の重み係数算出部89によつて算出したスロットの信号対干渉波電力比 $S/I$ を示す重み係数S81とを基に両方の要素を合わせた信号対干渉雑音電力比 $S/(I+N)$ を示す重み係数S100を算出し、これを受信シンボルS28に乗算することにより、ノイズと干渉波の両方が存在するような環境においても、スロットの信頼性を正確に算出して受信シンボルS28に反映し得る。従つてビタビ復号化回路16においても一段と精度良く受信データを復元し得る。

【0091】(7)第7の実施の形態

図5との対応部分に同一符号を付して示す図20において、140は全体として第7の実施の形態による復調回路を示し、この実施の形態の場合にも、第6の実施の形

態と同様に、受信信号S27に含まれる雑音成分と干渉波成分を考慮して重み係数を算出するようになされている。

【0092】まずこの復調回路140においても、受信信号S27をDQPSK復調回路を構成する乗算器40と遅延回路41に入力するようになされている。乗算器40は、遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35を受け、その1シンボル分前の受信信号S35の共役な値と、入力された受信信号S27とを複素乗算することにより当該受信信号S27から受信シンボルS28を取り出す。但し、この乗算処理によって取り出される受信シンボルS28はQPSK変調されたシンボル情報である。この受信シンボルS28は続くFIFOバッファ42に入力され、ここに順次蓄積される。FIFOバッファ42は受信シンボルS28が1スロット分蓄積するまで保持し、1スロット分蓄積したら当該受信シンボルS28を続く乗算器43に出力する。

【0093】また乗算器40によつて取り出された受信シンボルS28は重み係数算出部141を構成する仮判定回路44にも入力される。この仮判定回路44は、受信シンボルS28の位相状態がQPSKの4つの位相状態のうちどの位相状態にあるかを仮に判定する回路であり、その仮判定した位相状態を示す振幅が「1」の複素信号S36を乗算器45と乗算器142に出力する。

【0094】乗算器45には遅延回路41から出力される1シンボル分遅延した受信信号S35が入力されており、当該乗算器45は仮判定回路44からの複素信号S36と1シンボル分遅延した受信信号S35とを乗算することにより仮判定結果に基づいてDQPSK変調された信号、すなわち受信信号S27を再現したレプリカの受信信号S37を生成し、これを減算器46に出力する。

【0095】減算器46にはオリジナルの受信信号S27も入力されており、当該減算器46はオリジナルの受信信号S27からレプリカの受信信号S37を減算し、その減算結果を示す信号成分S38を第1の2乗回路47に出力する。この場合、仮判定回路44の判定結果が正しいとすれば、この信号成分S38は仮判定をしたときの受信信号S27に含まれる雑音成分とその1シンボル分前の受信信号S27に含まれる雑音成分とを合わせた信号となっている。

【0096】第1の2乗回路47はシンボル毎に信号成分S38の振幅を2乗することによりシンボル毎の雑音成分の電力を求め、その雑音電力S39を第1の加算回路48に出力する。第1の加算回路48はその雑音電力S39を加算することにより1スロット分の雑音電力S40を求め、これを1/2回路143に出力する。この雑音電力S40は上述したように2シンボル分の雑音電力S39を合計したもののなので、1/2回路143はこの雑音電力S40を半分にし、その結果得られる雑音電

力S110を減算器144と除算器145に出力する。

【0097】ところで受信信号S27は第2の2乗回路50にも入力されている。この第2の2乗回路50は受信信号S27の振幅を2乗することによりシンボル毎に受信信号S27の電力を求め、その信号電力S41を第2の加算回路51に出力する。第2の加算回路51はその信号電力S41を加算することにより1スロット分の信号電力S42を求め、これを減算器144に出力する。因みに、この信号電力S42は受信信号S27の信号電力を示しており、実際の信号成分の電力と雑音成分の電力とを合わせた信号電力となっている。

【0098】減算器144はこの信号電力S42から雑音電力S110を減算することにより雑音電力成分を除いた純粋な信号電力S111を求め、これを除算器145に出力する。かくして除算器145はこの信号電力S111を雑音電力S110で除算することによりスロットの信号対雑音電力比S/Nを算出し、これを重み係数S112として選択スイッチ147と後述する比較器148に出力する。

【0099】選択スイッチ147においては、第1の入力端子にこの重み係数S112が入力され、第2の入力端子には値が「0」からなる重み係数S130が入力されている。この選択スイッチ147は、通常、重み係数S112を選択して乗算器43に出力し、比較器148から制御信号S128が出力された場合には、重み係数S112に代わつて重み係数S130を選択して出力するようになされている。乗算器43は選択スイッチ147から出力される重み係数S112又はS130をFIFOバッファ42から出力される受信シンボルS28に乗算する。これによりスロットの信頼性が反映された受信シンボルS29が生成される。

【0100】因みに、上述した第2の加算回路51によつて生成された信号電力S42は1/N回路146にも入力される。この1/N回路146は信号電力S42を1スロットのシンボル数で除算することにより1シンボル当たりの信号電力S113を算出し、これを逆数算出回路149に出力する。逆数算出回路149はこの信号電力S113の逆数値S114を算出し、これを乗算器150に出力する。かくして乗算器150においてこの逆数値S114を受信シンボルS29の各シンボルに乗算することにより当該受信シンボルS29の各シンボルの電力を正規化する。これにより受信回路31において各スロットの電力を正確に均一にできなかった場合でも、正規化により各スロットの電力を完全に均一化することができ、スロット毎の電力のばらつきを無くすることができる。因みに、このように各スロットの電力を均一化する理由は、スロット毎に電力がばらついていると、そのスロットの信頼性が悪くて信号レベルが低いのか、それとも電力が低いだけ信号レベルが低いのか分からなくなり、後段のビタビ復号化回路16において正確に

受信データ32を復元し得なくなるからである。

【0101】一方、複素信号S36が入力される上述した乗算器142には受信シンボルS28も入力されている。この乗算器142は受信シンボルS28の位相を示す複素信号S36の共役な値と当該受信シンボルS28とを複素乗算することにより当該受信シンボルS28の位相をシフトした受信シンボルS115を生成する。なお、受信シンボルS28が干渉波の影響を受けていなければ、この受信シンボルS115の各シンボルは、図21に示すように、Q成分が「0」、I成分が所定値となる複素平面上の位相が零の位置、すなわちI軸上に存在する。これに対して受信シンボルS28が干渉波の影響を受けていれば、図22に示すように、受信シンボルS115の各シンボルは必ずしもI軸上に存在せず、I軸を中心として前後 $\pi/4$ の範囲内にランダムに散らばって存在する。従つて受信シンボルS115が示す位相値の散らばり具合、すなわち分散を調べれば、信号対干渉波電力比S/Iが分かる。このためこの受信シンボルS115はI成分とQ成分に分離された後、続く信号対干渉波電力比S/Iを算出するための回路に入力される。

【0102】まず受信シンボルS115のI成分は第3の2乗回路151と第3の加算回路152に入力される。第3の2乗回路151はシンボル毎にI成分の振幅を2乗することにより各シンボルのI成分の電力を求め、この各シンボルのI成分の電力を示す信号成分S116を第4の加算回路153に出力する。第4の加算回路153はこの信号成分S116を1スロット分加算することにより1スロット分のI成分の電力を算出し、この1スロット分のI成分の電力を示す信号成分S117を減算器154に出力する。

【0103】これに対して第3の加算回路152は各シンボルのI成分の振幅を1スロット分加算することによりI成分の振幅の加算値を求め、この加算値を示す信号成分S118を第4の2乗回路155に出力する。第4の2乗回路155はこの信号成分S118を2乗することによりI成分の振幅の2乗値を求め、この2乗値を示す信号成分S119を1/N回路156に出力する。1/N回路156はこの信号成分S119を1スロットのシンボル数で除算し、その除算結果を示す信号成分S120を減算器154に出力する。かくして減算器154において信号成分S117から信号成分S120を減算することによりI成分の分散値が求められる。このI成分の分散値を示す信号成分S121は次の5倍回路157によつて5倍された後、比較器148に入力される。

【0104】一方、受信シンボルS115のQ成分は第5の2乗回路158と第5の加算回路159に入力される。第5の2乗回路158はシンボル毎にQ成分の振幅を2乗することにより各シンボルのQ成分の電力を求め、この各シンボルのQ成分の電力を示す信号成分S122を第5の加算回路160に出力する。第5の加算回

路160はこの信号成分S122を1スロット分加算することにより1スロット分のQ成分の電力を算出し、この1スロット分のQ成分の電力を示す信号成分S123を減算器161に出力する。

【0105】第5の加算回路159は各シンボルのQ成分の振幅を1スロット分加算することによりQ成分の振幅の加算値を求め、この加算値を示す信号成分S124を第6の2乗回路162に出力する。第6の2乗回路162はこの信号成分S124を2乗することによりQ成分の振幅の2乗値を求め、この2乗値を示す信号成分S125を1/N回路163に出力する。1/N回路163はこの信号成分S125を1スロットのシンボル数で除算し、その除算結果を示す信号成分S126を減算器161に出力する。かくして減算器161において信号成分S123から信号成分S126を減算することによりQ成分の分散値が求められる。このQ成分の分散値を示す信号成分S127は続く比較器148に出力される。

【0106】比較器148は、信号成分S121と信号成分S127に基づいて、Q成分の分散値がI成分の分散値の5倍を越えているか否かを判定し、Q成分の分散値の方が大きくなつてI成分を越えた場合には、スロットの信号対干渉波電力比S/Iが-10 [dB]より劣化したと判定して制御信号S128を選択スイッチ147に出力する。これにより受信信号S27が強い干渉波を受けているときには、値「0」からなる重み係数S130を乗算器43に出力して受信シンボルS28の信頼度を下げ、強い干渉波を受けていることを受信シンボルS28に反映し得る。

【0107】因みに、Q成分の分散値がI成分の分散値の5倍を越えたか否かを、強い干渉波を受けているか否かの判定基準とした根拠は実測によるものである。すなわちQ成分の分散値をI成分の分散値で割った値を分散値比率 $R_{Q/I}$ とし、この分散値比率 $R_{Q/I}$ と信号対干渉波電力比S/Iの関係を実験により算出すると、図23に示すような関係になつている。この図23から分かるように、分散値比率 $R_{Q/I}$ が値5を越えると、信号対干渉波電力比S/Iが-10 [dB]以下となり、強い干渉波を受けていることが分かる。

【0108】なお、この比較器148には信号対雑音電力比S/Nを示す重み係数S112が入力されており、当該比較器148はこの重み係数S112により信号対雑音電力比S/Nが10 [dB]以上あることが判定された場合には、Q成分の分散値の方が大きくなつたとしても、制御信号S128を出力しないようになされている。これにより信号対雑音電力比S/Nが10 [dB]以上あつて通信品質が良いにも係わらず、誤まつて値「0」の重み係数S130が選択されて受信シンボルS28の信頼性が低下することを防止し得る。

【0109】以上の構成において、この第7の実施の形

態による復調回路140の場合には、受信シンボルS28を仮判定し、その仮判定結果S36と1シンボル分前の受信信号S27とを基に受信信号S27を再現したレプリカの受信信号S37を生成する。そしてこのレプリカの受信信号S37とオリジナルの受信信号S27との差を取ることでシンボル毎の雑音成分S38を求め、これを基に1スロット分の雑音電力S110を求める。また受信信号S27の1スロット分の信号電力S42を求め、その信号電力S42から雑音電力S110を減算することにより純粋な信号電力S111を求める。そしてこの信号電力S111を雑音電力S110で除算することによりスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を求め、これを重み係数S112として選択スイッチ147を介して乗算器43に出力し、当該重み係数S112を受信シンボルS28に乗算する。これによりスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を受信シンボルS28に反映させる。

【0110】またこれと並行して、受信シンボルS28の仮判定結果S36の共役値を当該受信シンボルS28に乗算することによりシンボルの位相がI軸周辺にシフトされた受信シンボルS115を生成し、当該受信シンボルS115からスロットのI成分の分散値S121とQ成分の分散値S127を求める。そして比較器148においてQ成分の分散値がI成分の分散値の5倍を越えているか否かを判定し、その結果、Q成分の分散値の方が大きくなってI成分を越えた場合には、そのスロットが強い干渉波を受けていると判定して制御信号S128を出力し、重み係数S112を値「0」からなる重み係数S130に切り換える。これによりスロットが強い干渉波を受けている場合には、受信シンボルS28に値「0」からなる重み係数S130を乗算して当該受信シンボルS28の信頼度を下げ、強い干渉波を受けていることを受信シンボルS28に反映させる。

【0111】このようにしてこの復調回路140の場合には、受信信号S27に含まれる雑音成分と干渉波成分を考察し、雑音成分と干渉波成分に基づいて受信シンボルS28に信頼性を反映させる。従ってこのような信頼性を反映させた受信シンボルS29を後段のビタビ復号化回路16に入力すれば、当該ビタビ復号化回路16では信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができるので、突発的に強い干渉波を受けたとしても、誤って干渉波を復元することなく、精度良く受信データS32を復元し得る。

【0112】以上の構成によれば、受信シンボルS28からスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を求めてこれを当該受信シンボルS28に反映させると共に、受信シンボルS28から求めたI及びQ成分の分散値を基に干渉波の影響を受けていることが判定した場合には当該干渉波の影響も受信シンボルS28に反映させるようにしたことにより、雑音成分と干渉波成分の両方を考慮した信

頼性を受信シンボルS28に反映させることができる。

【0113】(8)第8の実施の形態

図20との対応部分に同一符号を付して示す図24において、170は全体として第8の実施の形態による復調回路を示し、この実施の形態の場合には、第7の実施の形態に示した復調回路140に対して信号対雑音電力比 $S/N$ を求める部分が異なっていると共に、重み係数の算出方法が異なっている。

【0114】この復調回路170においても、減算器46によつて算出された雑音成分を示す信号成分S38は第1の2乗回路47に入力される。第1の2乗回路47はシンボル毎に信号成分S38の振幅を2乗することによりシンボル毎の雑音成分の電力を求め、その雑音電力S39を第1の加算回路48に出力する。第1の加算回路48はこの雑音電力S39を加算することにより1スロット分の雑音電力S40を求め、これを $1/N$ 回路178に出力する。 $1/N$ 回路178は雑音電力S40をシンボル数Nで割ることによりシンボル当たりの雑音電力S149を求め、これを $1/2$ 回路143と減算器144に出力する。雑音電力S40が上述したように2シンボル分の雑音電力S39を合計したものであるため、 $1/2$ 回路143はこの雑音電力S149を半分にし、その結果得られる雑音電力S110を除算器145に出力する。

【0115】一方、受信信号S27は絶対値回路172に入力される。この絶対値回路172は受信信号S27の絶対値を求めることにより当該受信信号S27の振幅を求め、この振幅を示す信号成分S140を第7の加算回路173に出力する。第7の加算回路173はこの信号成分S140を1スロット分加算することにより1スロット分の振幅の合計を算出し、この振幅の合計を示す信号成分S141を $1/N$ 回路174に出力する。 $1/N$ 回路174はこの信号成分S141を1スロットのシンボル数で除算することにより平均振幅を算出し、この平均振幅を示す信号成分S142を第7の2乗回路175に出力する。第7の2乗回路175はこの信号成分S142を2乗することにより受信信号S27のシンボル当たりの平均電力S143を算出し、これを減算器144に出力する。

【0116】減算器144は受信信号S27の平均電力S143から雑音電力S149を減算することにより雑音成分を除いた純粋な信号電力S144を算出し、これを除算器145に出力する。かくして除算器145においては信号電力S144を雑音電力S110で除算することによりスロットの信号対雑音電力比 $S/N$ を求め、この信号対雑音電力比 $S/N$ を示す信号成分S145を重み係数算出テーブル176に出力する。

【0117】重み係数算出テーブル176には、信号成分S145とそれに対応する実測に基づいた信号対雑音電力比 $S/N$ の対応表が格納されており、除算器145

から信号成分S145が与えられるとそれに対応する信号対雑音電力比S/Nを読み出し、これを重み係数S146として出力するようになされている。この重み係数S146は第7の実施の形態と同様に選択スイッチ147を介して乗算器43に供給され、受信シンボルS28に乘算される。従つてこの実施の形態の場合にも、受信シンボルS28に対してスロットの信号対雑音電力比S/Nに基づいた信頼性を反映させることができる。因みに、重み係数算出テーブル176によつて表引きを行うのではなく、信号成分S145の値をそのまま重み係数S146として選択スイッチ147に出力するようにしても良い。

【0118】以上の構成において、この第8の実施の形態の場合には、第7の実施の形態のように、雑音電力S40を半分にしたものを受信信号S27の電力S42から減算して純粋な信号電力を求めるのではなく、シンボル当たりの雑音電力S149を受信信号S27のシンボル当たりの電力S143から引いて純粋な信号電力S144を求める。このためこの実施の形態の場合には、雑音電力S149が大きくなると、第7の実施の形態に比して信号電力S144が小さくなり、その結果、除算器145によつて求められる信号対雑音電力比S/Nも小さくなる。このとき除算器145によつて求められる信号対雑音電力比S/Nは、一律に小さくなるのではなく、雑音電力S149が大きくなる程、その大きさが小さくなる傾向にある。そのため図25に示すように、通常の求め方であれば、計算によつて求めた信号対雑音電力比S/Nは実線に示すように信号対雑音電力比S/N\*

$$C = 2^{-k \cdot A/B}$$

【0122】によつて算出される値Cを信号対雑音電力比S/Nとして使用し、A/Bの値とCの値の対応表を重み係数算出テーブル49Aに格納しておく。そして雑音電力S40と信号電力S42とを基にA/Bの値を算出し、そのA/Bの値を基に対応するCの値を重み係数算出テーブル49Aから表引きする。これにより信号対雑音電力比S/Nを求め、これを重み係数S43として出力するようにしても良い。因みに、ここで使用される定数kの値は5~10までの値で、例えば6ぐらいが最適である。

【0123】またこれに限らず、雑音電力S40の値をA、信号電力S42の値をBとし、B/Aの値とそれに対応する信号対雑音電力比S/Nとを対応表として重み係数算出テーブル49Aに格納しておく。そして雑音電力S40と信号電力S42とを基にB/Aの値を算出し、そのB/Aの値を基に対応する信号対雑音電力比S/Nを重み係数算出テーブル49Aから求め、これを重み係数S43として出力するようにしても良い。

【0124】またこれに限らず、雑音電力S40の値をA、信号電力S42の値をBとし、A/Bの値とそれに対応する雑音対信号電力比N/(S+N)とを対応表と

\*が良い状況においては顕著な差がないが、この実施の形態のような求め方であれば破線に示すように差が明確になる。これにより表引きの際のパラメータとなる計算値が差別化できることから、表引きされた信号対雑音電力比S/Nすなわち重み係数S146にも差がつき、その結果、一段と正確に受信シンボルS28に信頼性を反映し得る。

【0119】以上の構成によれば、受信信号S27の平均電力S143から雑音電力S149を減算して雑音成分を除く信号電力S144を算出し、この信号電力S144と雑音電力S149とに基づいて表引きのための信号対雑音電力比S/Nを求めるようにしたことにより、重み係数S146を算出するための表引きを容易に行うことができる。

【0120】(9) 他の実施の形態

なお上述の第1の実施の形態においては、雑音対信号電力比N/(S+N)とそれに対応する信号対雑音電力比S/Nの対応表からなる重み係数算出テーブル49Aを計算部49に用意しておき、雑音電力S40と信号電力S42によつて求めた雑音対信号電力比N/(S+N)を基に対応する信号対雑音電力比S/Nを表引きし、これを重み係数S43とした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、計算部においてその他の方法によつて重み係数を求めるようにしても良い。例えば雑音電力S40の値をA、信号電力S42の値をBとし、次式

【0121】

【数1】

..... (1)

して重み係数算出テーブル49Aに格納しておく。そして雑音電力S40と信号電力S42とを基にA/Bの値を算出し、そのA/Bの値を基に対応する雑音対信号電力比N/(S+N)の値を重み係数算出テーブル49Aから求める。次にこの雑音対信号電力比N/(S+N)の値にBの値を乗算することにより雑音成分Nの値を求め、この雑音成分Nの値をBの値から減算することにより信号成分Sの値を求め、これら雑音成分Nと信号成分Sの値から信号対雑音電力比S/Nの値を求め、これを重み係数S43として出力するようにしても良い。

【0125】またこれに限らず、雑音電力S40の値をA、信号電力S42の値をBとし、A/Bの値とそれに対応する信号対雑音電力比S/Nとを対応表として重み係数算出テーブル49Aに格納しておき、A/Bの値を基に表引きして信号対雑音電力比S/Nの値を求め、これを重み係数S43として出力するようにしても良い。さらにこれに限らず、B-Aの値により信号成分Sの値を求め、この信号成分Sの値をAの値で割った値Dとそれに対応する信号対雑音電力比S/Nとを対応表として重み係数算出テーブル49Aに格納しておき、当該Dの値を基に表引きして信号対雑音電力比S/Nの値を求

め、これを重み係数S43として出力するようにしても良い。

【0126】さらにこれに限らず、図26に示すように、計算部180を減算器181と除算器182によって構成し、減算器181で求めたB-Aの値により信号成分Sの値を求め、この信号成分SをAの値で割った値Dをそのまま信号対雑音電力比S/Nの値とし、これを重み係数S43として出力するようにしても良い。因みに、このように値Dをそのまま重み係数S43として使用した場合には、テーブルを使用した表引きに比して重み係数の精度として多少劣化するが、構成的には計算部49の構成を簡易にできるといった利点がある。

【0127】また上述の第4の実施の形態においては、\*

$$D = k1 \times A / C^2 + k2 \times A / B$$

【0129】に示される数式によつて値Dを求め、この値Dを使用して、次式、

$$a = k3 \times 2^{-p}$$

【0131】に示される数式によつて値aを求め、この値aを重み係数として出力しても良い。但し、k1、k2、k3はそれぞれ定数で、k1の値は2～5程度の値で特に3ぐらいが最適であり、k2の値は0.1～1.0程★

$$b = k3 \times 2^p / C$$

【0133】に示す数式によつて値bを求め、この値bを重み係数として出力するようにしても良い。さらに受信回路31によつてスロット毎の電力が一定になるよう☆

$$D = k1 \times A + k2 \times A / B$$

【0135】に示す数式によつて求めるようにしても良いし、また次式

$$D = k2 \times A / B$$

【0137】に示す数式によつて求めるようにしても良い。

【0138】またこれに限らず、例えばI成分の分散値をA、Q成分の分散値をBとし、またQ成分の平均振幅

$$F = k4 \times (A - k5 \times B) / (E \times N)$$

【0140】に示す数式によつて値Fを算出し、この値Fを使用して、次式

$$d = k6 \times 2^{-f}$$

【0142】に示す数式によつて値dを求め、この値dを重み係数として出力するようにしても良い。但し、

(7)式において求めた値Fが0以下のときにはF=0として(8)式を計算する。またk4、k5、k6はそれぞれ定数で、k4の値は3～10程度の値で特に6ぐらいが最適であり、k5の値は1～3程度の値で特に2ぐ

$$F = k4 \times (A - k5 \times B)$$

【0144】に示す数式によつて求めるようにしても良い。

【0145】また上述の第4の実施の形態においては、複素平面上の第1象限に変換した受信シンボルS70の位相を $\pi/4$ シフトすることにより各シンボルの位置を複素平面上のQ軸周辺に移動した場合について述べた

\* I成分の分散値及びQ成分の分散値とそれに対応する信号対干渉波電力比S/Iの対応表からなる重み係数算出テーブル109を用意しておき、I成分の分散値及びQ成分の分散値を基にその重み係数算出テーブル109を表引きすることにより信号対干渉波電力比S/Iを読み出し、これを重み係数S81とした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、所定の計算によつて重み係数を算出するようにしても良い。例えばI成分の分散値をA、Q成分の分散値をBとし、また受信信号S27の振幅を2乗してそれを1スロット分加算することにより求めた当該受信信号S27の電力をCとして、次式、

【0128】

【数2】

..... (2)

※【0130】

【数3】

..... (3)

★度の値で特に0.5ぐらいが最適であり、k3の値は1～8程度の値で特に3ぐらいが最適である。また次式、

【0132】

【数4】

..... (4)

☆に増幅されている場合には、値Dを、次式

【0134】

【数5】

..... (5)

◆【0136】

【数6】

..... (6)

を求めてこの値をEとし、さらに1スロットのシンボル数をNとして、次式

【0139】

【数7】

..... (7)

【0141】

【数8】

..... (8)

らいが最適であり、k6の値は任意の値である。また受信回路31によつてスロット毎の電力が一定になるように増幅されている場合には、値Fを、次式

【0143】

【数9】

..... (9)

が、本発明はこれに限らず、第1象限に変換した受信シンボルS70の位相を $-\pi/4$ シフトすることにより各シンボルの位置を複素平面上においてI軸周辺に移動するようにしても良い。但し、この場合には、第4の実施の形態に対してI成分とQ成分を逆に扱う必要がある。

【0146】また上述の第6の実施の形態においては、

第1の重み係数算出部52によつて算出した重み係数S43と第2の重み係数算出部89によつて算出した重み係数S81とに基づいてテーブルを表引きすることにより両方を合わせた重み係数S100を算出した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、重み係数S43の値と重み係数S81の値を乗算し、その乗算結果を両方を合わせた重み係数S100とするようにしても良い。

【0147】また上述の第7及び第8の実施の形態においては、1/2回路143を設けることによつて雑音電力S40又はS149を半分にするようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、1/2回路143を削除することにより雑音電力S40又はS149をそのまま使用して信号対雑音電力比S/Nを求めるようにしても良い。

【0148】また上述の第7の実施の形態においては、雑音成分と信号成分とを含む信号電力S42から雑音電力S110を差し引くことによつて信号成分のみからなる信号電力S111を求め、当該信号電力S111を使用して信号対雑音電力比S/Nを求めた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図27に示すような構成によつて信号対雑音電力比S/Nを求めるようにしても良い。

【0149】すなわち図20との対応部分に同一符号を付した図27において、190は全体として復調回路を示し、この復調回路190の場合には、第1の加算回路48によつて算出した1スロット分の雑音電力S40を1/N回路191に入力するようになされている。1/N回路191は雑音電力S40をシンボル数Nで割ることによりシンボル当たりの雑音電力S190を求め、これを1/2回路192に出力する。1/2回路192はこの雑音電力S190を半分にし、その結果得られる雑音電力S191を逆数算出回路193に出力する。逆数算出回路193はこの雑音電力S191の逆数値S192を求め、これを減算器194に出力する。因みに、ここまでの説明から分かるように、逆数値S192は雑音成分Nの逆数すなわち1/Nを示している。

【0150】一方、第2の加算回路51によつて算出された1スロット分の信号電力S42は1/N回路195に入力される。1/N回路195はこの信号電力S42をシンボル数Nで割ることによりシンボル当たりの信号電力S193を求め、これを逆数算出回路196に出力する。逆数算出回路196はこの信号電力S193の逆数値S194を求め、これを上述した減算器194に出力する。因みに、信号電力S42が純粋な信号成分Sと雑音成分Nからなっているため、この逆数値S194は1/(S+N)を示している。

【0151】減算器194は逆数値S194と逆数値S192との差を求め、その計算結果S195を信号対雑音電力比S/Nとして選択スイッチ147に出力する。

かくして乗算器43では、この計算結果S195を重み係数として受信シンボルS28に乗算することにより当該受信シンボルS28にスロットの信頼性を反映させる。このようにして信号電力S193の逆数値S194と雑音電力S190の逆数値S192の差を信号対雑音電力比S/Nとするようにしても、上述した第7の実施の形態とほぼ同様の特性で、スロットの信頼性を受信シンボルS28に反映させることができ、同様の効果を得ることができる。因みに、図27に示す構成において1/N回路191、195を削除し、雑音電力S40及び信号電力S42をそのまま使用して信号対雑音電力比S/Nを求めるようにしても良い。またこの図27に示した構成においては、求めた信号対雑音電力比S/Nを第7の実施の形態のように比較器148に出力していないが、第7の実施の形態と同様に、信号対雑音電力比S/Nを比較器148に出力し、当該信号対雑音電力比S/Nの値に応じて比較器148による選択スイッチ147の切換動作を禁止するようにしても良い。

【0152】また上述の実施の形態においては、TDM A方式で通信する無線通信システムに本発明を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば図28及び図29に示すような無線通信システムに本発明を適用しても上述の場合の同様の効果を得ることができる。

【0153】以下に、この図28及び図29に示す無線通信システムを説明する。まず図1との対応部分に同一符号を付して示す図28において、200は全体としてこの無線通信システムの送信装置を示し、この送信装置200では、DQPSK変調回路5によつて生成された送信信号S5を高速逆フーリエ変換回路(IFFT)201に入力するようになされている。高速逆フーリエ変換回路201は逆フーリエ変換処理により送信信号S5のシンボル情報を周波数が所定間隔離れた複数のキャリアの位相差に重畳し、その複数のキャリアからなる送信信号S200をランダムフェーズシフト回路21に入力する。ランダムフェーズシフト回路21は初期位相値を基準に所定規則で発生したランダムな位相値を送信信号S200を形成する複数のキャリアの位相に加えることにより当該複数のキャリアの位相値をランダムにし、その結果得られる送信信号S201を送信回路6に供給する。送信回路6はこの送信信号S201に所定処理を施した後、その送信信号S201に周波数変換処理を施すことによつて所定周波数チャンネルの送信信号S202に変換し、これをアンテナを介して送信する。因みに、この無線通信システムの場合、送信回路6は送信信号S202の周波数チャンネルを所定タイミング毎にランダムに変えるようになっており、いわゆる周波数ホッピングを行うようになされている。

【0154】これに対して図2との対応部分に同一符号を付して示す図29において、210は全体としてこの

無線通信システムの受信装置を示し、この受信装置 210 の場合には、アンテナ 11 によつて受信した受信信号 S205 を受信回路 31 に入力するようになされている。受信回路 31 は所定周波数チャンネルの受信信号 S205 に周波数変換処理を施すことによりベースバンドの信号 S206 を取り出し、これを高速フーリエ変換回路 (FFT) 211 に出力する。高速フーリエ変換回路 211 はフーリエ変換処理により複数のキャリアに重畳されている位相情報からなるシンボル情報を取り出し、これを受信信号 S207 としてランダムフェーズ逆シフト回路 32 に出力する。ランダムフェーズ逆シフト回路 32 は受信信号 S207 の位相状態を送信側と同じ位相値を用いて元に戻し、その結果得られる受信信号 S27 を復調回路 33 に出力する。以降は、上述した受信装置 30 と同じであるのでここでは説明を省略する。このようにして複数のキャリアの位相差に送信する情報を重畳し、さらにその複数のキャリアを載せる周波数チャンネルを所定タイミングでランダムに変えるような無線通信システムに本発明を適用するにしても上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【0155】また上述の実施の形態においては、TDM A 方式の無線通信システムに本発明を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、スロット単位で区分けされて送信信号が送信されるような無線通信システムであれば本発明を広く適用し得る。その場合、受信装置としては、送信信号を受信して受信信号を出力する受信手段と、受信手段から出力された受信信号に基づいて、当該受信信号が送られてきたスロットの信頼性を示す重み係数を算出し、当該重み係数を受信信号に乗算して出力する重み付け手段と、重み付け手段から出力される受信信号を復号化して送信されたデータを復元する復号化手段とを有していれば良い。

#### 【0156】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、スロットの信頼性を示す重み係数を算出し、当該重み係数を乗算した受信信号を復号化するようにしたことにより、復号化手段ではスロットの信頼性を加味した上で最尤系列推定を行うことができ、かくしてスロットによつて通信品質が異なるような場合でも、高精度に最尤系列推定を行つて送信されたデータを一段と精度良く復元し得る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態による無線通信システムの送信装置を示すブロック図である。

【図 2】その無線通信システムの受信装置を示すブロック図である。

【図 3】送信装置のランダムフェーズシフト回路を示すブロック図である。

【図 4】受信装置のランダムフェーズ逆シフト回路を示すブロック図である。

【図 5】受信装置の復調回路を示すブロック図である。

【図 6】復調回路の計算部を示すブロック図である。

【図 7】計算部の調整回路を示すブロック図である。

【図 8】スロットの信頼性を反映させた場合と反映させなかつた場合の比較説明に供するビットエラーレートの特性曲線図である。

【図 9】計算によつて算出した信号対雑音電力比  $S/N$  と実測による信号対雑音電力比  $S/N$  の比較説明に供する特性曲線図である。

【図 10】第 2 の実施の形態による復調回路を示すブロック図である。

【図 11】第 3 の実施の形態による復調回路を示すブロック図である。

【図 12】第 3 の実施の形態による復調回路の計算部を示すブロック図である。

【図 13】第 4 の実施の形態による復調回路を示すブロック図である。

【図 14】複素平面上の第 1 象限に変換した受信シンボルの位相を  $\pi/4$  シフトしたときの説明に供する略線図である。

【図 15】干渉波を受けているときの説明に供する略線図である。

【図 16】第 4 の実施の形態による復調回路の計算部を示すブロック図である。

【図 17】第 5 の実施の形態による復調回路を示すブロック図である。

【図 18】第 6 の実施の形態による復調回路を示すブロック図である。

【図 19】信号対干渉雑音電力比  $S/(I+N)$  を求めるテーブルを示す図表である。

【図 20】第 7 の実施の形態による復調回路を示すブロック図である。

【図 21】受信シンボルを複素平面上の I 軸上にシフトしたときの説明に供する略線図である。

【図 22】干渉波を受けているときの説明に供する略線図である。

【図 23】分散値比率  $R_{on}$  と信号対干渉波電力比  $S/I$  の関係を示す特性曲線図である。

【図 24】第 8 の実施の形態による復調回路を示すブロック図である。

【図 25】計算によつて求めた信号対雑音電力比  $S/N$  の説明に供する特性曲線図である。

【図 26】他の実施の形態による計算部の構成を示すブロック図である。

【図 27】他の実施の形態による復調回路の構成を示すブロック図である。

【図 28】他の実施の形態による無線通信システムの送信装置を示すブロック図である。

【図 29】他の実施の形態による無線通信システムの受信装置を示すブロック図である。

【図 30】TDMA 方式の原理の説明に供する略線図で

ある。

【図31】従来の無線通信システムの送信装置を示すブロック図である。

【図32】従来の無線通信システムの受信装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

1、20、200……送信装置、2……畳み込み符号化回路、3……インターリーブパツファ、4……スロット連結処理回路、5……DQPSK変調回路、6……送信回

\*路、7、11……アンテナ、10、30、210……受信装置、12、31……受信回路、13、34……DQPSK復調回路、14……スロット連結処理回路、15……デインターリーブパツファ、16……ビット復号化回路、21……ランダムフェーズシフト回路、32……ランダムフェーズ逆シフト回路、33、60、70、90、110、130、140、170……復調回路、35……重み付け回路、201……高速逆フーリエ変換回路、211……高速フーリエ変換回路。

10

【図1】

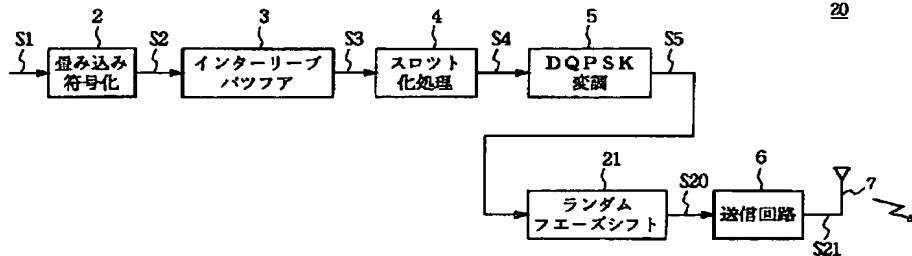


図1 送信装置の構成

【図6】

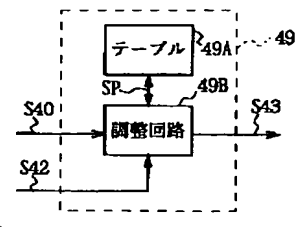


図6 計算部の構成

【図2】

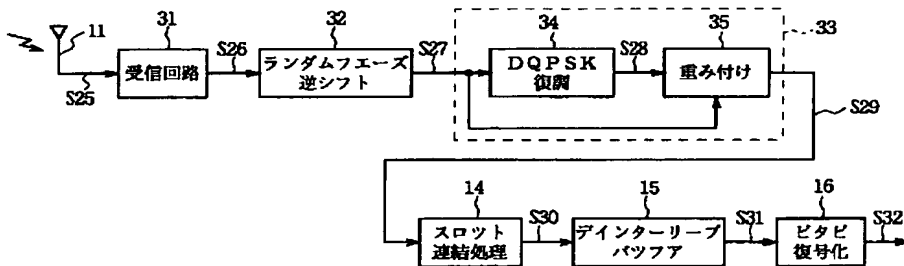


図2 受信装置の構成

【図15】

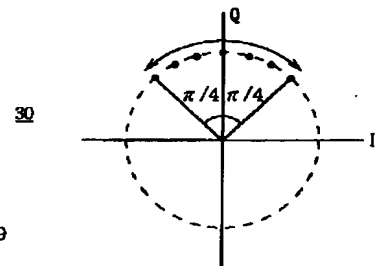
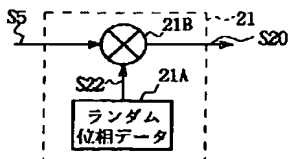
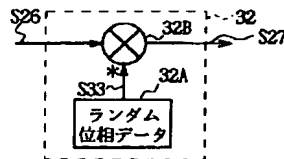


図15 干渉を受けている場合

【図3】



【図4】



【図7】

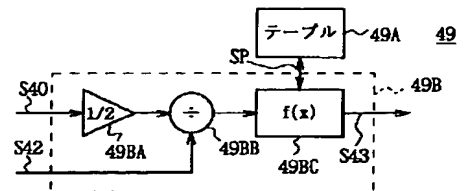


図7 調整回路の構成

図3 ランダムフェーズシフト回路の構成 図4 ランダムフェーズ逆シフト回路の構成

【図5】

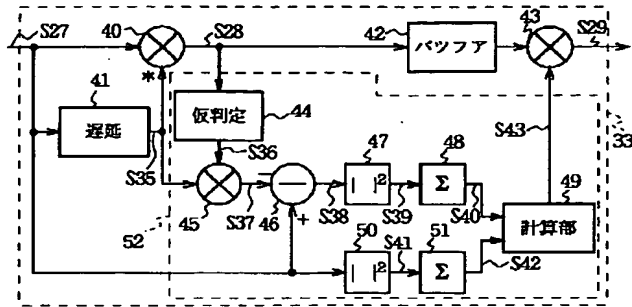


図5 復調回路の構成

【図8】

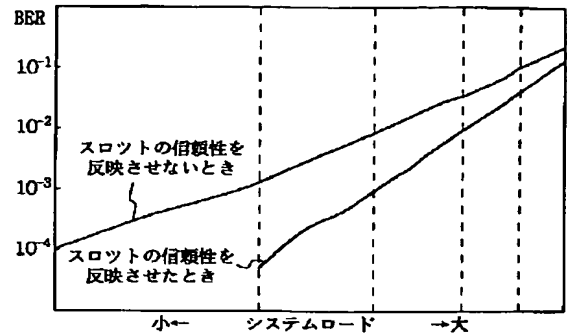


図8 スロットの信頼性を反映させたときのBER

【図9】

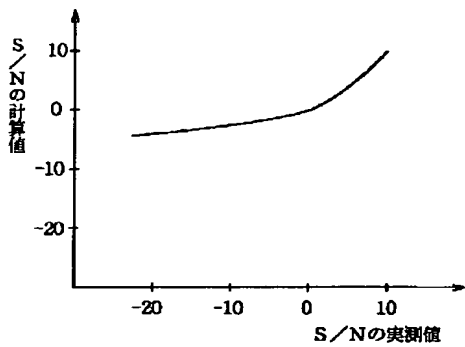


図9 S/Nの実測値と計算値の対応

【図10】

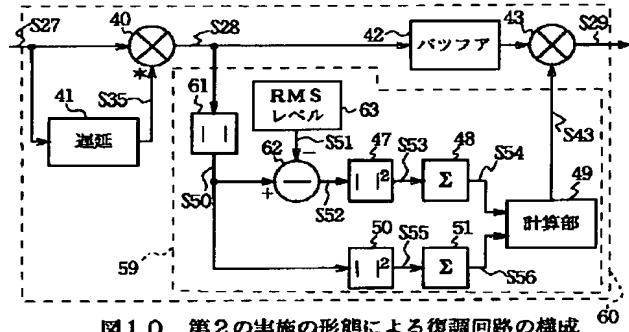


図10 第2の実施の形態による復調回路の構成

【図11】

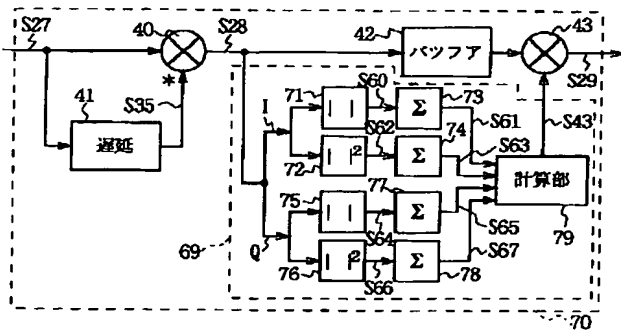


図11 第3の実施の形態による復調回路の構成

【図12】

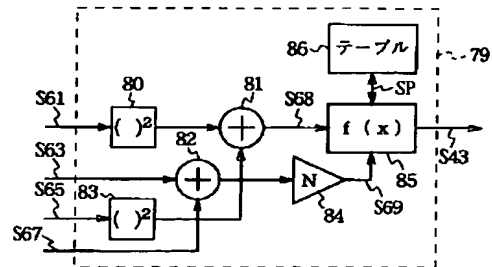


図12 計算部の構成

【図13】

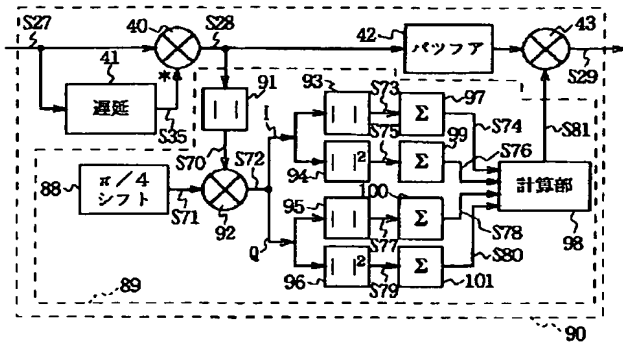
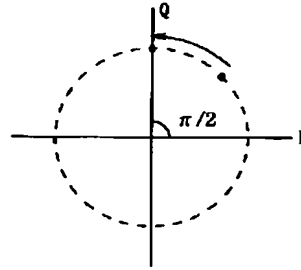


図13 第4の実施の形態による復調回路の構成

【図14】

図14 第1象現に変換した受信シンボルを $\pi/4$ シフト

【図16】

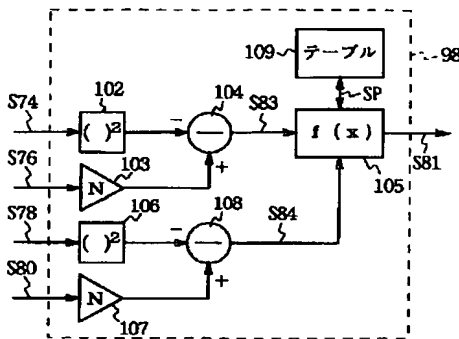


図16 計算部の構成

【図17】

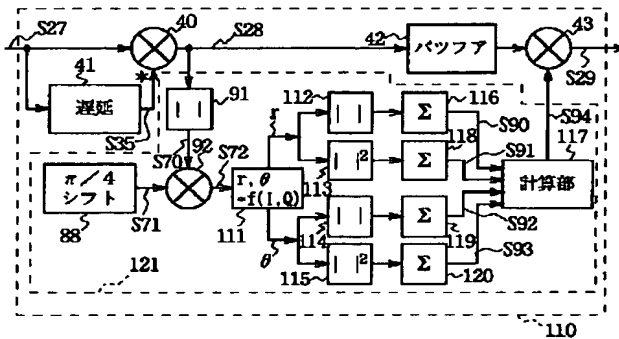


図17 第5の実施の形態による復調回路の構成

【図18】

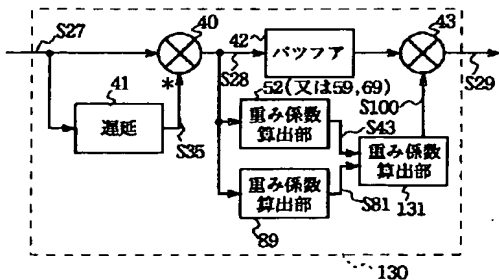


図18 第6の実施の形態による復調回路の構成

【図19】

	M=1	M=2	M=3	M=4	M=5	M=6	M=7	M=8
L=1	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HA
L=2	AB	BB	CB	DB	EB	FB	GB	HB
L=3	AC	BC	CC	DC	EC	FC	GC	HC
L=4	AD	BD	CD	DD	ED	FD	GD	HD
L=5	AE	BE	CE	DE	EE	FE	GE	HE
L=6	AF	BF	CF	DF	EF	FF	GF	HF
L=7	AG	BG	CG	DG	EG	FG	GG	HG
L=8	AH	BH	CH	DH	EH	FH	GH	HH

図19 信号対干渉雑音電力比  $S/(1+N)$  を求めるテーブル

【図20】

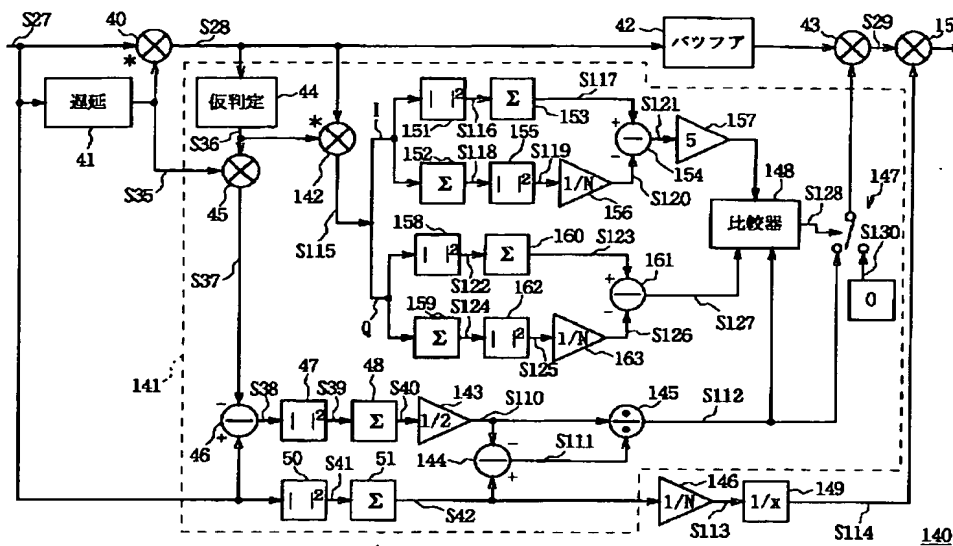


図20 第7の実施の形態による復調回路の構成

【図22】

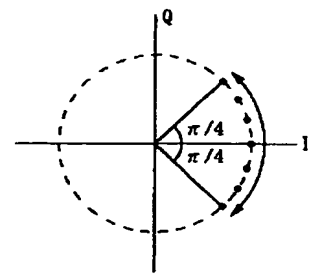


図22 干渉波を受けている場合

【図21】

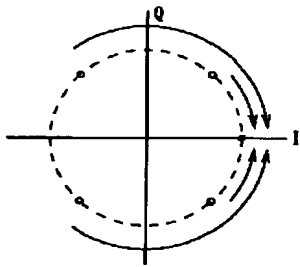


図21 受信シンボルをI軸上にシフト

【図23】

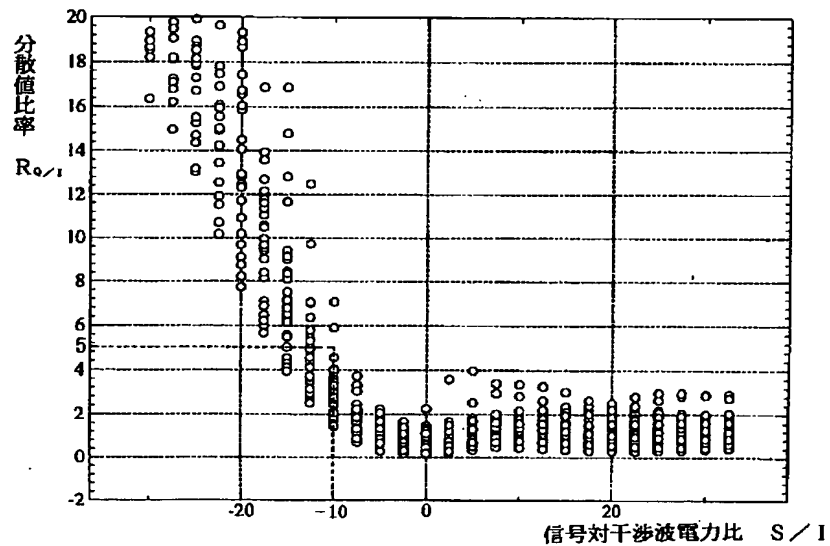


図23 実測による分散値比率と信号対干渉波電力比の関係

【図26】

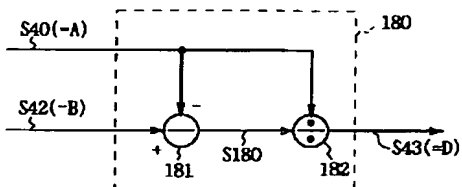


図26 計算部の他の構成

【図24】

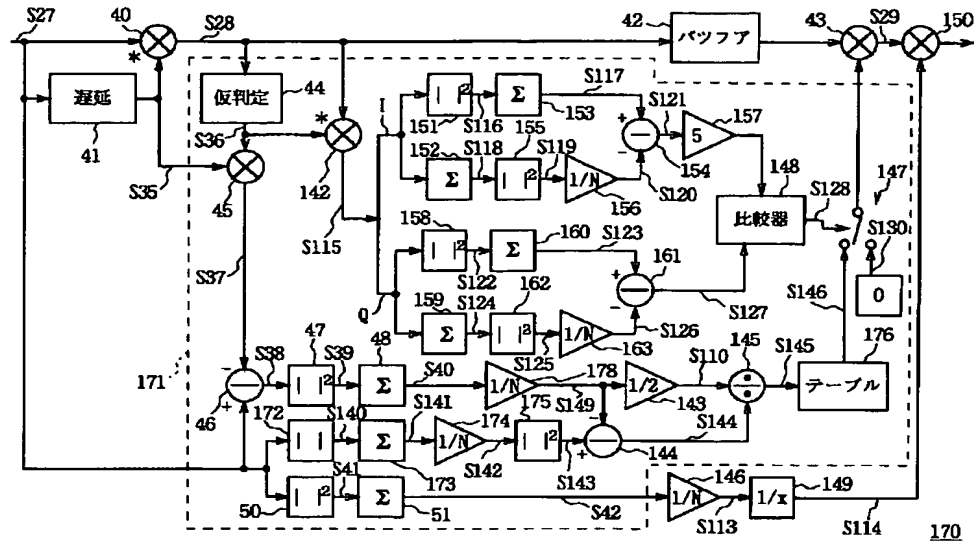


図24 第8の実施の形態による復調回路の構成

【図25】

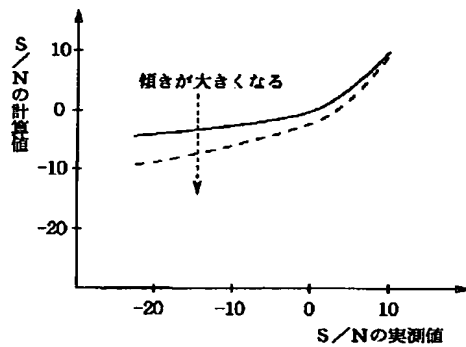


図25 S/Nの実測値と計算値の対応

【図28】

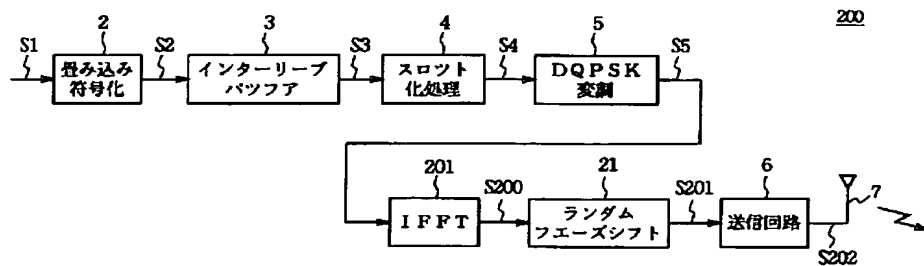


図28 他の無線通信システムの送信装置

【図27】

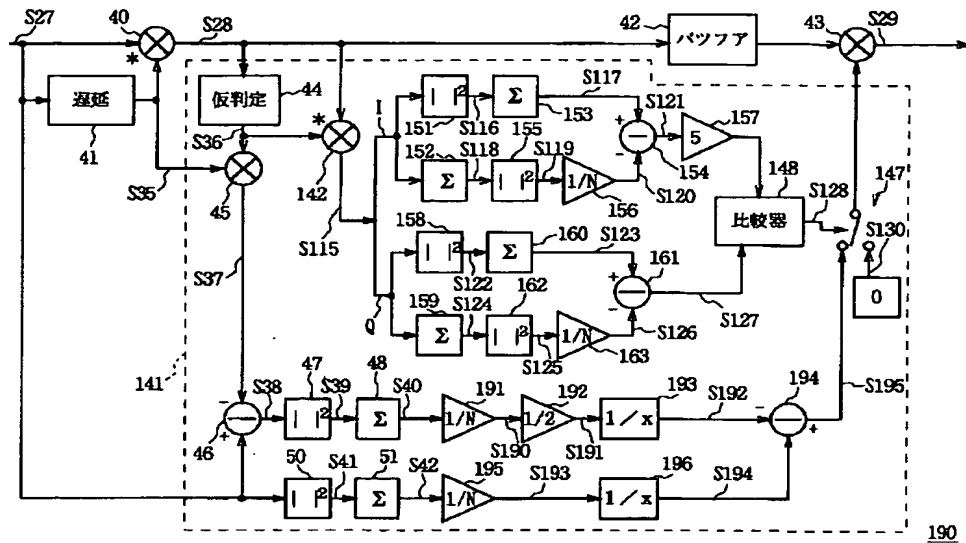


図27 他の実施の形態による復調回路

【図29】

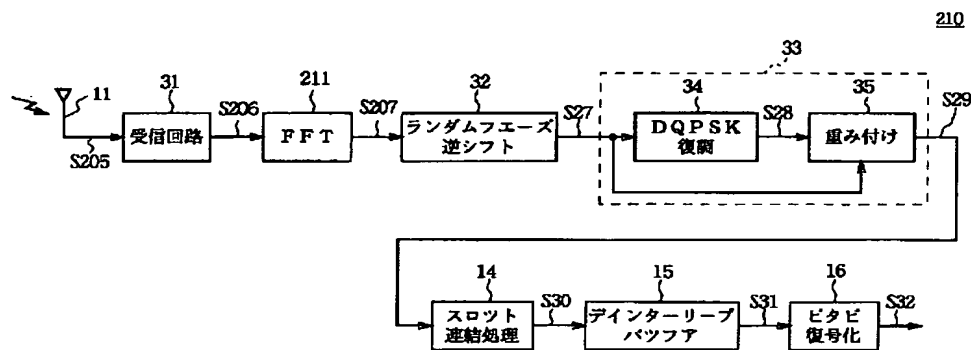


図29 他の無線通信システムの受信装置

【図30】

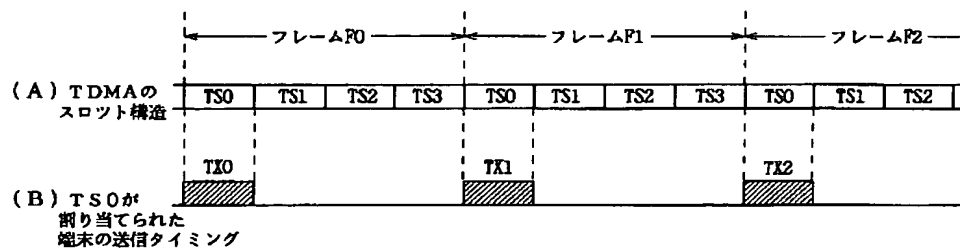


図30 TDMA方式の原理

【図31】

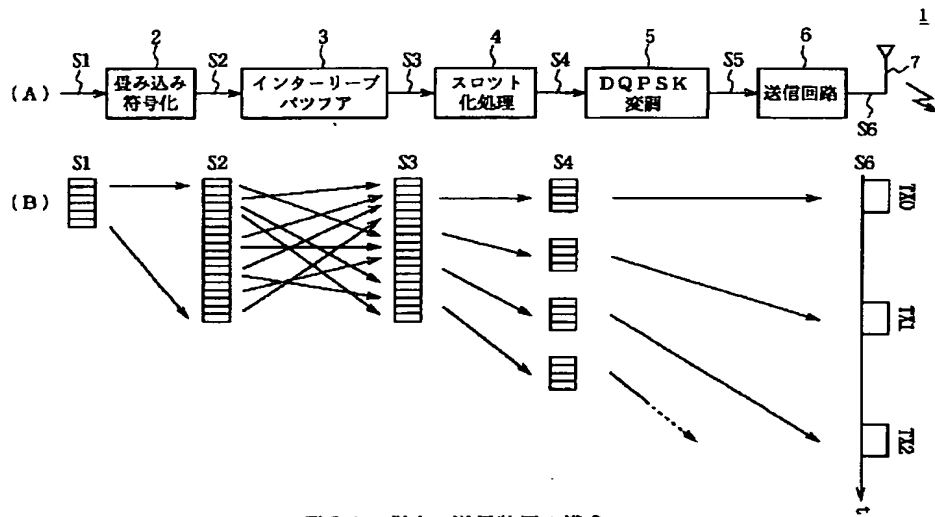


図31 従来の送信装置の構成

【図32】

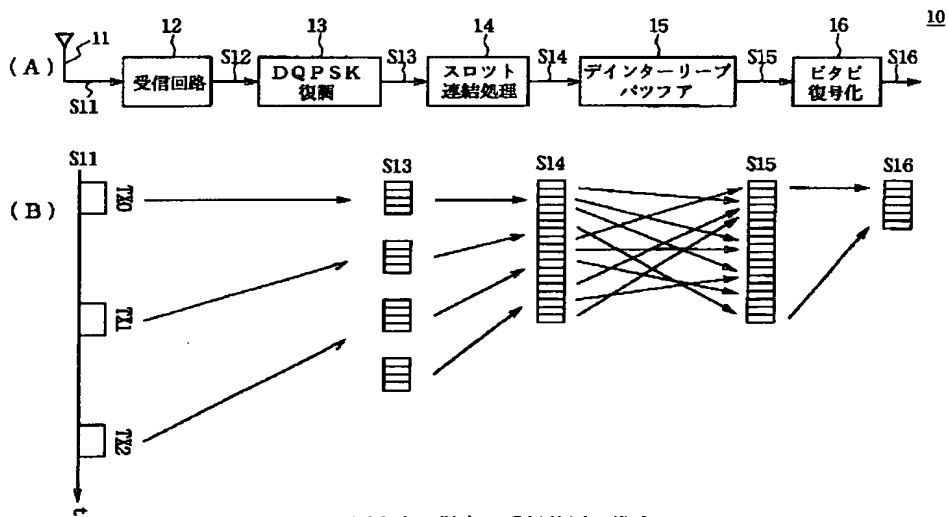


図32 従来の受信装置の構成